



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство ⚙️ Агротехсервис ⚙️ Агробизнес

ACROS 595 Plus с полным приводом

НАДЕЖНЫЙ ПОМОЩНИК КАЖДОМУ ХОЗЯЙСТВУ

до **25** т/ч

Производительность
за основное время
на зерновых колосовых

9 куб. м

Объем бункера

327 л. с.

Мощность двигателя

ЭФФЕКТИВНЫЙ
ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ
КОМБАЙН

НОВИНКА



800 мм

Диаметр молотильного
барабана

5,2 кв. м

Площадь системы
очистки

4WD

Полный привод

Подробнее о модели:



РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

№ 6 | Июнь 2021



ЮГАГРО

28-я Международная выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой
сельхозпродукции

23-26 ноября 2021

Краснодар,
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»



СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ТЕХНИКА
И ЗАПЧАСТИ



ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПОЛИВА
И ТЕПЛИЦ



АГРО-
ХИМИЧЕСКАЯ
ПРОДУКЦИЯ
И СЕМЕНА



ХРАНЕНИЕ
И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬСКО-
ПРОДУКЦИИ

Бесплатный билет
YUGAGRO.ORG

Генеральный
партнер



Стратегический
спонсор



Генеральный
спонсор



Официальный
партнер



Официальный
спонсор



Спонсор
деловой
программы



Спонсор
информационных
стоек



Спонсоры
выставки



Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН,
зам. главного редактора – **Мишуев Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН,
Завражных А.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Кешуев С.А., д-р техн. наук, проф.,
академик НАН Республики Казахстан,
Конкин Ю.А., д-р экон. наук, проф., академик РАН,
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН,
Некрасов А.И., д-р техн. наук,
Сыроватка В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Шичков Л.П., д-р техн. наук, проф.

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Buklagin D.S., Doctor of Technical Science, professor,
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor,
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Zavrzhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences,
Keshuov S.A., D.E., professor, academician
of the National Academy of Sciences
of the Republic of Kazakhstan,
Konkin Yu.A., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Kuzmin V.N., Doctor of Economics,
Levshin A.G., Doctor
of Technical Science, professor,
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences,
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,
Syrovatka V.I., Doctor of Engineering, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences,
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences
Shichkov L.P., Doctor of Technical Science, professor

Отдел рекламы
Горбенко И.В.
Дизайн и верстка
Речкина Т.П.
Художник Жуков П.В.

**Техника
и оборудование
для села**
Сельхозпроизводство • Переработка • Удобрения • Хранение

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Бурак П.И., Голубев И.Г. Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках реализации ведомственного проекта «Техническая модернизация агро-промышленного комплекса» 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Сельхозтехника переходит на «Ночное видение» 6

Инновационные технологии и оборудование

Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Разработка и исследование дозирующей системы высевающего устройства пневматической сеялки 8

Ростовцев Р.А., Прокофьев С.В., Фадеев Д.Г., Соболева Е.В., Новиков Э.В. Математический анализ влияния различных факторов на процесс переработки тресты льна масличного в агрегате КВЛ-1М 12

Митрофанов С.В., Пехнов А.С., Благоев Д.А. Программный комплекс для расчета доз компонентов тукосмесей 17

Цой Ю.А., Любимов В.Е., Сагинов Л.Д., Кирсанов В.В., Головкин М.Е., Мишуев Н.П. Разработка мобильного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров 23

Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Результаты исследований процесса обработки навоза крупного рогатого скота в аппаратах вихревого слоя 29

Пахомов А.И. Биофизика и экспериментальный поиск ингибирующих гармоник магнитообеззараживающего оборудования 32

Агротехсервис

Ерохин М.Н., Свиридов А.С., Разгоняева А.И. Анализ отказов насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях различного типа 36

Аграрная экономика

Королькова А.П., Шатилов М.В. Анализ состояния производства и потребления овощей в Российской Федерации 40

На заметку 47

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:
05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2021
Отпечатано в ФГБНУ «Росинформгротех»
Подписано в печать 23.06.2021 Заказ 591

УДК 631.3-048.35

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-2-5

Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках реализации ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса»

П. И. Бурак,

д-р техн. наук, зам. директора,
p.burak@mcx.ru
(Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации,
Департамент растениеводства,
механизации, химизации
и защиты растений);

И. Г. Голубев,

д-р техн. наук, проф., зав. отд.,
golubev@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Показана динамика приобретения сельхозпроизводителями и регистрации органами гостехнадзора тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов. Приведены сведения о доле техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет, а также энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций.

Ключевые слова: АПК, техническая модернизация, сельскохозяйственная техника, трактор, комбайн, обновление, энергообеспеченность.

Постановка проблемы

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации № 20 от 21 января 2020 года) указано, что к основным направлениям государственной политики в сфере продовольственной безопасности относятся разработка и реализация программ технологической модернизации, в том числе внедрение новой техники и технологий, обеспечивающих повышение производительности труда, энергоэффективность, ресурсосбережение и снижение потерь в сельском и рыбном хозяйстве [1]. Техническая модернизация агропромышленного

комплекса предусматривает обновление его базы отечественной сельскохозяйственной техникой [2, 3]. В 2020 г. в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса» было поставлено 8523 ед. сельскохозяйственной техники, в том числе 1279 тракторов, 1866 комбайнов и 5378 ед. других видов техники. Обновлению отечественной сельскохозяйственной техники способствуют различные меры государственной и региональной поддержки [4]. В 2020 г. в постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 г. «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» (далее – Правила № 1432) внесены изменения (постановление Правительства Российской Федерации от 8 мая 2020 г. № 650 «О внесении изменений в Правила предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники») в части дополнения положением, что производитель с 2022 г. для участия в квалификационном отборе для получения субсидии в отношении продукции, предусмотренной перечнем критериев определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования (постановление Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования») (далее – Постановление № 740), предоставляет в Минпромторг России копии решения о соответствии продукции установлен-

ным в указанном перечне критериям по каждой модели [5-7]. Для реализации данных положений Минсельхозом России сформирован план проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования на 2021 г., включающий в себя 456 ед. сельскохозяйственной техники и оборудования от 50 производителей сельскохозяйственной техники. По результатам испытаний информация о функциональных характеристиках (потребительских свойствах) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования размещается на официальном сайте Минсельхоза России [8].

Цель исследования – изучение динамики обновления парка машин сельхозтоваропроизводителей основными видами сельскохозяйственной техники при реализации ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса».

Материалы и методы исследований

При анализе использовались сведения органов государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники (гостехнадзор), данные ведомственной отчетности Минсельхоза России и органов управления АПК субъектов Российской Федерации, а также статистические данные, приведенные в сборнике «Агропромышленный комплекс России в 2019 году», и в национальных докладах «О ходе и результатах реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулиро-



вания рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» в 2018 и 2019 гг. [9-11]. Показателями эффективности обновления парка сельскохозяйственной техники выбраны количество зарегистрированных органами гостехнадзора и приобретенных основных видов сельскохозяйственной техники, а также доля техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет.

Результаты исследований и обсуждение

По состоянию на 1 января 2021 г. органами государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники зарегистрировано 394,5 тыс. тракторов (на 3,3 тыс. больше по сравнению с данными на 1 января 2020 г.), 130,8 тыс. зерноуборочных комбайнов (на 333 больше), 14,1 тыс. кормоуборочных комбайнов (на 155 больше) (табл. 1).

Таблица 1. Самоходные машины в АПК, зарегистрированные в органах гостехнадзора, ед.

| Вид техники | 2019 г. | 2020 г. |
|-------------------------|---------|---------|
| Всего | 583 122 | 577 929 |
| В том числе: | | |
| тракторы | 391 209 | 394 484 |
| зерноуборочные комбайны | 130 498 | 130 831 |
| кормоуборочные комбайны | 13 901 | 14 056 |
| прочие комбайны | 11 015 | 10 949 |

Доля тракторов производства Минского тракторного завода, впервые зарегистрированных органами гостехнадзора в 2020 г., составила 54,9% (в 2019 – 52,2% г.), зерноуборочных комбайнов производства комбайнового завода «Ростсельмаш» – 65,3% (в 2019 г. – 64,3%) и кормоуборочных комбайнов – 48,3% (в 2019 г. – 45,1%) (табл. 2).

По данным органов гостехнадзора доля техники, с года выпуска которой прошло более 10 лет, снизилась: по тракторам – до 68,3 % (в 2019 г. – 74%), зерноуборочным комбайнам – до 59,4 (в 2019 г. – 66,3%), кормо-

Таблица 2. Виды самоходных машин в АПК, впервые зарегистрированные в органах гостехнадзора, %

| Вид техники | 2019 г. (2018-2019 г. выпуска) | 2020 г. (2018-2019 г. выпуска) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Тракторы: | | |
| Минского тракторного завода | 52,2 | 54,9 |
| Петербургского тракторного завода | 18,1 | 14 |
| Ростсельмаш | 5,3 | 7,6 |
| прочие | 24,4 | 23,5 |
| Зерноуборочные комбайны: | | |
| Ростсельмаш | 64,3 | 65,3 |
| Брянсксельмаш | 9 | 7,1 |
| КЛААС | 13 | 13,8 |
| прочие | 13,7 | 13,8 |
| Кормоуборочные комбайны: | | |
| Ростсельмаш | 45,1 | 48,3 |
| Брянсксельмаш | 17 | 14,2 |
| КЛААС | 9,2 | 10,8 |
| прочие | 28,7 | 26,7 |

уборочным – до 59,8% (в 2019 г. – 66%) (табл. 3).

Снижение доли техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет, связано с ее выбытием. Наибольшее количество тракторов, с года выпуска которых прошло более десяти лет, зарегистрировано в Сибирском, Приволжском и Уральском федеральных округах, зерноуборочных комбайнов – в Сибирском федеральном округе, кормоуборочных – в Северо-Кавказском федеральном округе (табл. 4).

Таблица 3. Основные виды техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет, в Российской Федерации, %

| Вид техники | 2019 г. | 2020 г. |
|-------------------------|---------|---------|
| Тракторы | 74 | 68,3 |
| Зерноуборочные комбайны | 66,3 | 59,4 |
| Кормоуборочные комбайны | 66 | 59,8 |

Таблица 4. Основные виды техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет, зарегистрированные органами гостехнадзора по федеральным округам, %

| Федеральные округа | Тракторы в АПК, % | | Зерноуборочные комбайны, % | | Кормоуборочные комбайны, % | |
|----------------------|-------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | 2019 г. | 2020 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2019 г. | 2020 г. |
| Российская Федерация | 74 | 68,3 | 66,3 | 59,4 | 66 | 59,8 |
| Центральный | 64,9 | 59,3 | 51,9 | 46 | 64,2 | 58,4 |
| Северо-Западный | 75,9 | 69,7 | 66,5 | 60,6 | 72,3 | 67,1 |
| Южный | 74,9 | 69,2 | 70,2 | 63,1 | 80,1 | 75,4 |
| Северо-Кавказский | 71,8 | 65,5 | 69,2 | 62,8 | 79,4 | 76,9 |
| Приволжский | 78 | 72,1 | 69,4 | 60,4 | 67,5 | 60,1 |
| Уральский | 76,2 | 71,2 | 68,5 | 62,4 | 56,5 | 50,6 |
| Сибирский | 79,4 | 75 | 74,7 | 67,8 | 57,5 | 50,8 |
| Дальневосточный | 73,2 | 65,8 | 59,1 | 54,7 | 63,2 | 61,3 |

По данным субъектов Российской Федерации, в 2020 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями по всем каналам реализации было приобретено 19 812 тракторов и комбайнов, что на 24 % больше по сравнению с 2019 г., в том числе 13 237 тракторов (на 24% больше уровня 2019 г.), 5 856 зерноуборочных комбайнов

(на 27% больше), 719 кормоуборочных комбайнов (на 15% больше) (табл. 5).

Динамика приобретения тракторов за последние пять лет приведена на рисунке.

Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в 2020 г. составила 151 л.с. на 100 га

посевных площадей. Наблюдается небольшой рост данного показателя по сравнению с 2019 г. (150,1 л.с.) (табл. 6).

Обновлению парка техники способствовали региональные программы, программы льготного лизинга АО «Росагролизинг» и льготные кредиты АО «Россельхозбанк». Так, в 2020 г. в 62 субъектах Российской Федерации действовали региональные программы, которые предусматривали компенсацию части затрат на приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования (в 2019 г. – 63) с общим объемом финансирования из региональных бюджетов 14,6 млрд руб. (в 2019 г. – 14,6 млрд руб.). В 2020 г. АО «Росагролизинг» поставлено на условиях лизинга 9 723 ед. сельскохозяйственной и автомобильной техники (на 35,5% выше уровня 2019 г.) на общую сумму 44 652,8 млрд руб. (на 60,5% выше уровня 2018 г.), в том числе 1872 трактора и 1553 комбайна. Прогнозные поставки АО «Росагролизинг» в 2021 г. составляют: 710 тракторов, 912 комбайнов и 2 839 ед. прочей техники (всего 4 461 ед.) на общую сумму более 44 млрд руб. В 2020 г. общая сумма кредитов, представленная заемщикам АО «Россельхозбанк» на покупку сельскохозяйственной техники, составила 16,5 млрд руб. (на 30% больше уровня 2019 г.), за счет которых сельскохозяйственными товаропроизводителями приобретено 904 трактора (выше уровня 2019 г. на 37%), 873 комбайна (выше на 20,6%).

Таблица 5. Приобретение основных видов сельскохозяйственной техники, ед.

| Вид техники | 2019 г. | 2020 г. | 2020 г. к 2019 г., % |
|--------------------------|---------|---------|----------------------|
| Тракторы* | 10 714 | 13 237 | 24 |
| Зерноуборочные комбайны* | 4 627 | 5 856 | 27 |
| Кормоуборочные комбайны* | 624 | 719 | 15 |
| Прочая техника** | 39 353 | 41 694 | 6 |

*По данным ведомственной отчетности Минсельхоза России.

** По данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации.



Динамика приобретения тракторов, ед.

Таблица 6. Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций по федеральным округам (по данным ведомственной отчетности Минсельхоза России)

| Федеральный округ | Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций, л.с./100 га посевных площадей | | |
|----------------------|--|---------|----------------|
| | 2019 г. | 2020 г. | 2020 к 2019, % |
| Российская Федерация | 150,1 | 151 | 100,6 |
| Центральный | 167,8 | 168,6 | 100,5 |
| Северо-Западный | 186,3 | 186,9 | 100,3 |
| Южный | 177,3 | 177,1 | 99,9 |
| Северо-Кавказский | 164,2 | 165,9 | 101 |
| Приволжский | 129,3 | 129,6 | 100,2 |
| Уральский | 111,1 | 110,3 | 99,3 |
| Сибирский | 144,8 | 146,2 | 101 |
| Дальневосточный | 170,2 | 182,8 | 107,4 |

Выводы

1. В 2020 г. органами гостехнадзора зарегистрировано 394,5 тыс. тракторов (на 3,3 тыс. больше по сравнению с данными на 1 января 2020 г.), 130,8 тыс. зерноуборочных комбайнов (на 333 больше), 14,1 тыс. кормоуборочных (на 155 больше). За 2020 г. доля техники, с года выпуска которой прошло более десяти лет, снизилась: по тракторам – до 68,3% (в 2019 г. – 74%), по зерноуборочным комбайнам – до 59,4 (в 2019 г. – 66,3%), по кормоуборочным – до 59,8% (в 2019 г. – 66%).



2. В 2020 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями по всем каналам реализации было приобретено 13 237 тракторов (на 24 % выше уровня 2019 г.), 5 856 зерноуборочных комбайнов (на 27 % выше), 719 кормоуборочных комбайнов (на 15 % выше). Энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в 2020 г. немного увеличилась относительно 2019 г. и составила 151 л.с. на 100 га посевных площадей.

Список

использованных источников

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации 21 января 2020 года, № 20). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 23 с.

2. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники / П.И. Бурак [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 156 с.

3. **Бурак П.И., Голубев И.Г.** Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2019. № 10. С. 2-5.

4. **Бурак П.И., Голубев И.Г.** Результаты реализации мер поддержки обновления парка сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2020. № 6. С. 2-5.

5. Положение об организации работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования».

6. Приказ Минсельхоза России от 21 марта 2017 г. № 136 Об утверждении порядка регистрации заявок производителей сельскохозяйственной техники (оборудования) или их уполномоченных представителей и форм документов, предусмотренных пп. 6, 11 и 21 Положения об организации работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования, утвержденного постановлением правительства российской федерации от 1 августа 2016 г. № 740 «Об определении функциональных характери-

стик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования».

7. Приказ Минсельхоза России от 18 декабря 2018 г. № 573 «Способы проведения испытаний для определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования».

8. План проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования [Электронный ресурс]. URL: https://mcs.gov.ru/upload/medialibrary/ff4/Копия План испытаний на 2021 год_ИТОГ.pdf (дата обращения: 11.05.2021).

9. Агропромышленный комплекс России в 2019 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 562 с.

10. О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: нац. докл. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 180 с.

11. О ходе и результатах реализации в 2019 году Государственной программы раз-

вития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: нац. докл. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 162 с.

Renewal of the Agricultural Machinery Fleet Within the Framework of the Agribusiness Technology Modernization Departmental Project

P.I. Burak

(Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Department of Crop Production, Mechanization, Chemicalization and Plant Protection)

I.G. Golubev

(Rosinformagrotekh)

Summary. *The dynamics of tractors, grain and forage harvesters registered by the state technical supervision authorities and purchased by agricultural producers are shown. Information is given on the share of machinery, which has been produced more than ten years ago, as well as on the energy supply of agricultural organizations.*

Keywords: *agribusiness, technology modernization, agricultural machinery, tractor, harvester, renewal, energy supply.*

ДОРОГИЕ АБИТУРИЕНТЫ!

ФГБНУ «Росинформагротех» объявляет приём на обучение по образовательным программам – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2021-2022 учебный год.

Прием документов будет проходить с **1 июня по 13 августа 2021 г.** по следующим направлениям подготовки:

✓ **35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве;**

✓ **38.06.01 Экономика.**

Подробная информация о сроках приема документов, проведения вступительных испытаний и условиях поступления размещена на сайте ФГБНУ «Росинформагротех» – <https://rosinformagrotech.ru>

Адрес: 141261, Московская обл., р.п. Правдинский, ул. Лесная, 60.



СЕЛЬХОЗТЕХНИКА ПЕРЕХОДИТ НА «НОЧНОЕ ВИДЕНИЕ»

Учитывая растущие потребности российского села в качественной агротехнике, производители стремятся предложить сервисы, способные улучшить ее характеристики. Главный тренд сельхозмашиностроения последних лет — цифровая трансформация. Новые пути получения прибыли и роста эффективности сегодня невозможны без интеллектуальных алгоритмов. В отечественном сельхозмашиностроении лидером является Ростсельмаш.

Разработки компании сегодня полностью соответствуют мировым трендам, а по отдельным системам даже превосходят разработки мирового уровня, что подтверждается медалями различных выставок мирового масштаба и высоким спросом на технику Ростсельмаш. Например, новинка сезона — система РСМ Ночное видение. За ее разработку Ростсельмаш первым среди российских компаний получил серебряную медаль престижного конкурса Agritechnica Innovation Award. РСМ Ночное видение обеспечивает широкий обзор в ночных условиях на расстоянии до 1,5 км. Для сравнения: у существующих сегодня систем ночного видения обзор осуществляется в пределах 100 м. Основная выгода от использования системы — 20-30% прироста эффективности при проведении ночных полевых работ.

Система состоит из видеочкамеры, контроллера обработки видео и монитора, воспроизводящего изображение с улучшенной видимостью. Картинка на экране ярко и контрастно отображает ночной пейзаж, возможна трансляция изображений одновременно с двух камер. Как подтверждают разработчики Ростсельмаш, при необходимости систему можно легко перенести и смонтировать на тракторе, комбайне или самоходном опрыскивателе. К неоспоримым преимуществам системы относится обеспечение видимости в темное время суток на большое расстояние. Благодаря этому скорость выполнения полевых работ увеличивается на 50%.

Во главу угла системы поставлена безопасность: на мониторе четко



идентифицируется, например, человек на расстоянии до 1000 м, а также деревья или линии электропередач (ЛЭП). Монитор показывает отличную картинку как с включенными, так и с выключенными фарами.

РСМ Ночное видение раскрывает свой потенциал и при такой операции, как опрыскивание полевых культур пестицидами, которую чаще всего проводят ночью для соблюдения температурного режима. РСМ Ночное видение — лишь одно из многочисленных инновационных решений Ростсельмаш, которые уже применяются при подготовке почвы, внесении удобрений, посеве, обработке против болезней и вредителей, уборке урожая и заготовке кормов.

Ближайшее будущее сельхозмашиностроения связано с внедрением множества различных электронных систем. Ядром экосистемы цифровых решений компании является платформа агроменеджмента Агротроник, которая объединяет опции в одну систему. Таким образом, различные наборы электронных опций Ростсельмаш могут работать как отдельные элементы, так и в тесной взаимосвязи для повышения эффективности всего парка агромашин.

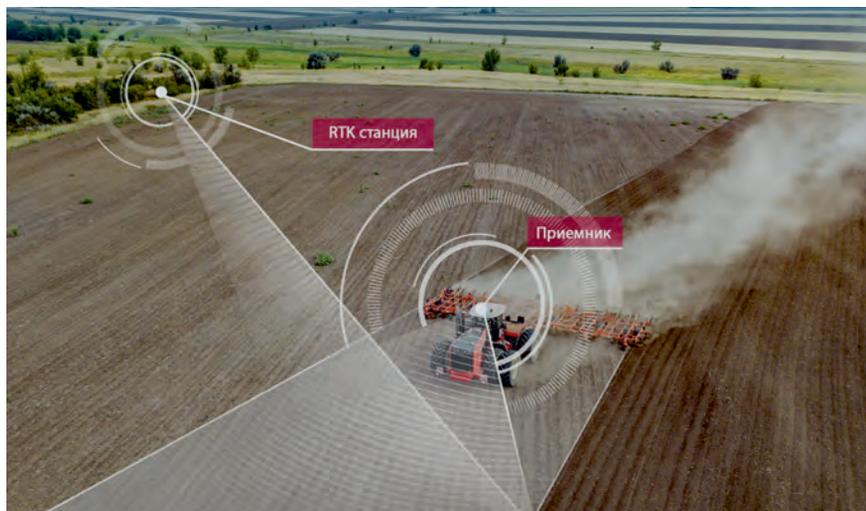
Интеллектуальные системы, которые будут доступны в этом сезоне, связаны с процессами автоуправления, картирования урожайности, автоматической идентификации человека и оборудования.

Например, системы РСМ Агротроник Пилот 1.0 и РСМ Агротроник Пилот 2.0, которые устанавливаются на зерноуборочные комбайны.

Первая система позволяет управлять траекторией движения комбайна и вести его параллельно предыдущему проходу. Благодаря системам автоуправления Ростсельмаш, сменная производительность увеличивается до 30% за счет сведения к минимуму количества пропусков и перекрытий, а также затрат на топливо. Система автоматически опускает и поднимает жатку в начале и в конце гона. С помощью базовой RTK-станции обеспечивается высокая точность позиционирования (до 2,5 см).

Вторая система представляет собой уникальное гибридное сочетание технологии RTK и ГНСС, а также машинного зрения. Этот компонент позволяет машине «увидеть» внезапно возникающее перед ней препятствие (дерево, машина или человек) и мгновенно остановиться перед ним, что делает систему одной из самых безопасных в мире. Более эффективной становится и работа в условиях плохой видимости, а также в темное время суток.

Среди доступных в этом году инновационных систем Ростсельмаш – системы идентификации также представлены РСМ Транспорт Ай Ди и РСМ Умная метка. Первая система помогает контролировать процесс выгрузки зерна из комбайна в машины-перегрузчики. Настройки системы позволяют разблокировать шнек для выгрузки зерна только в разрешенное транспортное средство либо бункер-перегрузчик. Умная метка —

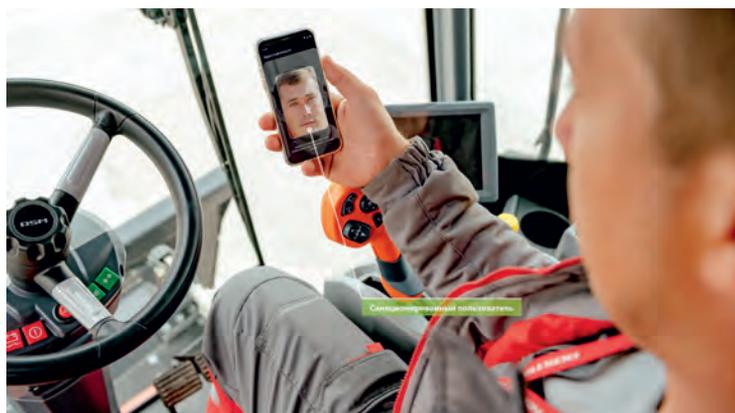


беспроводной датчик, позволяющий легко идентифицировать любое прицепное или навесное оборудование.

В Агротронике бесплатно доступны сервисы РСМ Роутер и РСМ Фейс АйДи. Первый представляет собой алгоритм, благодаря которому система определяет оптимальные маршруты передвижения основных и вспомогательных машин, помогает выстроить траекторию их передвижения, по максимуму задействовать

их в уборке. Второй распознает пользователя по базе биометрии. Система допускает к управлению агромашиной только «разрешенных» водителей, что гарантирует высокий уровень защиты от несанкционированного доступа.

Все системы Ростсельмаш делают агробизнес технологичнее, безопаснее и рентабельнее, создавая задел для цифровой трансформации предприятия.



УДК 631.33

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-8-11

Разработка и исследование дозирующей системы высевающего устройства пневматической сеялки

Б.Х. Ахалая,*канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
badri53@yandex.ru***Ю.С. Ценч,***канд. пед. наук, доц., зам. директора,
st180283@yandex.ru***А.В. Миронова,***науч. сотр.,
nastyia.7svetkova@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Представлена конструкция пневматического высевающего устройства, работающего на вакууме и высевающего семена совмещенным, пунктирным и гнездовым способами с одинаковыми интервалами между семенами в ряду и различной схемой посева, для чего высевающие диски снабжены магнитными накладками с отверстиями разного диаметра и различным их количеством для высева семян пропашных и кормовых культур.

Ключевые слова: бункер для семян, высевающий аппарат, диск, накладка, семена, ячейка.

Постановка проблемы

Необходимое условие повышения производства конкурентоспособной продукции растениеводства – мобилизация научно-технического потенциала агроинженерной науки для технического перевооружения отечественного агропромышленного комплекса высокоэффективными техническими средствами, в том числе оснащенными новыми почвообрабатывающими и посевными рабочими органами [1].

Посев семян – основа нового урожая. Он имеет существенное значение для технологии производства зерна и предъявляет высокие агротехнические требования к сеялкам. Сведения, накопленные в процессе исследований, позволили

установить условия прорастания и полевой всхожести семян, т.е. определить требования, предъявляемые к качественному посеву. На базе данной информации возможна разработка машин для посева сельскохозяйственных культур. Намечены достаточно четкие цели, на основе которых возможно оценивать целесообразность подбора определенного способа посева и типажа сеялок, – дружное прорастание и всхожесть максимального количества посевного материала. Окончательный индикатор оценки работы в рамках предъявляемых к технике требований – получение высокого урожая, а также сбалансированного корма, что достигается комбинированными посевами. Технология посева подобрана таким образом, чтобы были обеспечены необходимые для прорастания условия.

Требования разного рода растенный отличаются друг от друга [2-3]. В этой связи актуальным вопросом является развитие конструкций универсальных сеялок, отвечающих современным требованиям, – совершенствование пневматических высевающих аппаратов, работающих как на избыточном давлении воздушного потока, так и на вакууме [4-5].

Пневматические сеялки точного высева отличаются высокими показателями качества выполнения технологической операции, широко используются и занимают ведущие позиции в ряду сельскохозяйственной посевной техники [6].

Для реализации проекта по усовершенствованию конструкции высевающего устройства целесообразно рассмотреть устройство пневматического высевающего аппарата для высева семян двух культур, содержащее бункер, разделенный

перегородкой на две изолированные камеры, корпус с камерой вакуума, высевающий элемент в виде вертикально расположенного диска, на цилиндрической и торцевой поверхности которого выполнены присасывающие отверстия-ячейки, сообщенные каналами с камерой вакуума, ворошилку и чистик.

Анализ высевающего устройства позволил выявить следующие недостатки: высевающий диск слишком металлоемкий, что приводит к большим затратам; с боковой стороны высевающего диска используется механический чистик для удаления лишних присосавшихся семян, который повреждает семена, а с торцевой стороны он отсутствует, что нарушает однозерновой высев, так как к отверстию может присосаться несколько семян; в нижней части высевающего диска семена падают лишь под тяжестью собственного веса, что не позволяет повысить поступательную скорость сеялки, а некоторые семена застревают в отверстиях и нарушают схему посева; семена двух культур размещаются на одинаковую глубину заделки, что недопустимо по агротехническим правилам.

Также было рассмотрено устройство, состоящее из семенного бункера, разделенного перегородкой на две части, вентилятора, воздуховода, камеры разрежения, сошника, высевающих дисков с отверстиями, установленных на осях, соединительной втулки, ворошилок и приводных звездочек, двухуровневого полозовидного сошника. Камера разрежения в данной конструкции высевающего аппарата выполнена в виде дуги со щелями по бокам, к внешней стороне которой присоединен воздуховод, в который встроены два патрубка навстречу движению

воздушного потока, а с внешней стороны воздуховода от каждого патрубка отведены по два рукава с разными сечениями [7-8]. В рассматриваемом устройстве аппарат не производит высев семян гнездовым способом с различным количеством семян и различным шагом; для регулирования схемы высева семян необходима замена диска с требуемым числом отверстий.

Цель исследований – разработка пневматического устройства, работающего на вакууме и высевающего семена пропашных и кормовых культур совмещенным, гнездовым и пунктирным способами с соблюдением установленных схем и норм высева.

Материалы и методы исследования

Новая конструкция пневматического высевающего аппарата, предназначенная для посева калиброванных и некалиброванных семян кукурузы, подсолнечника, клеверины, сорго, сои, а также семян кормовых бобов, фасоли различными способами, разработана в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ и позволяет размещать семена, чередуя компоненты в ряду и соблюдая интервалы между ними.

Проведенный анализ различных устройств высевающих систем и способов высева семян послужил основой для разработки высевающего устройства с универсальной дозирующей системой, позволяющей обеспечивать высокую точность высева семян с минимальными их повреждениями и соблюдением норм высева.

Результаты исследований и обсуждение

Разработанный пневматический высевающий аппарат (рис. 1) состоит из семенного бункера 1, разделенного перегородкой 2 на две части, вентилятора (не показан), воздуховода 3, камеры разрежения 4 (рис. 2), сошника 5, высевающих дисков 6 с присасывающими отверстиями 7, установленных на осях 8, соединительной втулки 9, ворошилки 10, звездочек 11. Камера разреже-

ния 4 (см. рис. 2) выполнена в виде дуги, по бокам которой имеются зазоры 12 для создания вакуума и прижатия к отверстиям 7 высевающих дисков 6 семян двух культур с разных сторон дуги.

К воздуховоду 3, присоединенному к внешней стороне дуги камеры разрежения 4, через отверстия 13 встроены два патрубка 14, направленные навстречу воздушному потоку, – по одному на каждый высевающий диск 6. С внешней стороны воздуховода от каждого патрубка отведены по

два рукава разного сечения – 15 и 16. Рукава 15 служат для удаления лишней семян, прилипших к отверстиям 7 в верхней части высевающих дисков, при этом воздушный поток направлен перпендикулярно отверстиям 7. Рукава 16 в нижней части дисков 6 установлены под углом 6-8° к вертикальной оси высевающего аппарата по направлению движения сеялки и служат для принудительного удаления семян и придания им ускорения.

Высевающий аппарат снабжен двухуровневым сошником 5 (рис. 3).

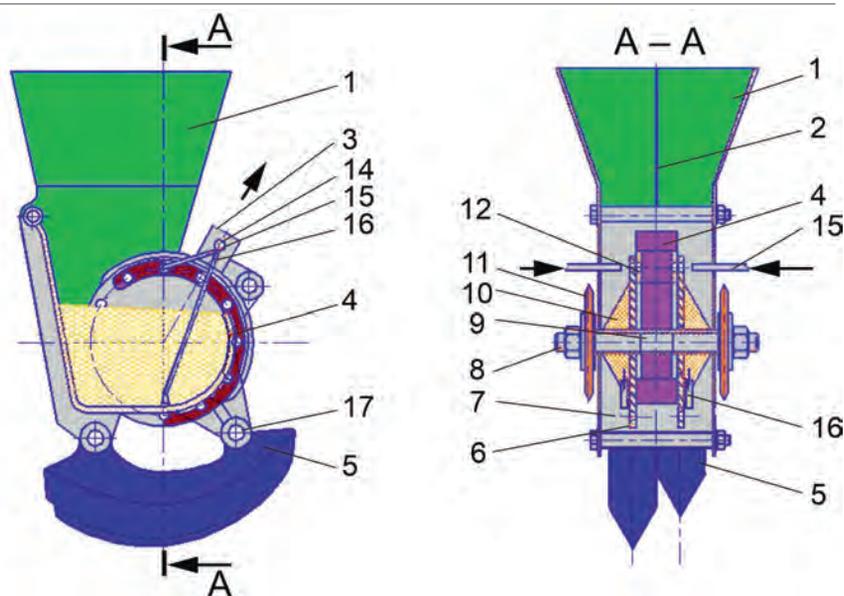


Рис. 1. Пневматическое высевающее устройство в двух проекциях: 1 – бункер; 2 – перегородка; 3 – воздуховод; 4 – камера разрежения; 5 – сошник; 6 – высевающие диски; 7 – ячейка; 8 – ось; 9 – втулка; 10 – ворошилка; 11 – звездочки; 12 – зазор; 14 – патрубок; 15, 16 – рукава; 17 – ось

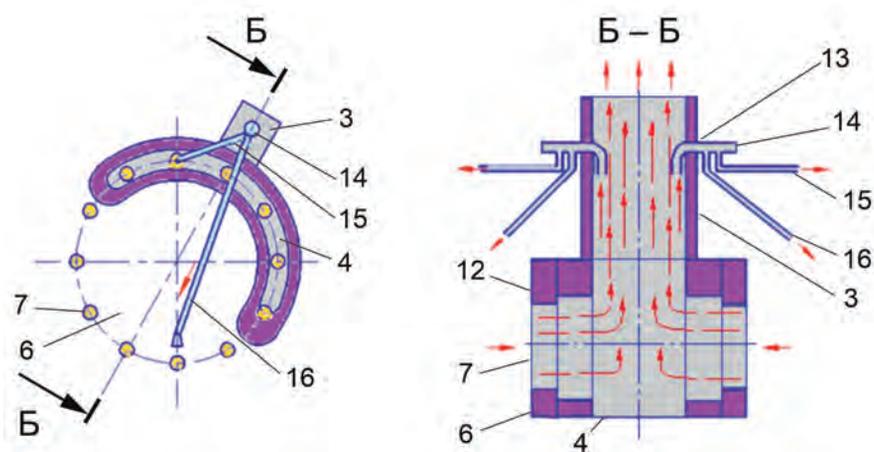


Рис. 2. Камера разрежения дозирующей системы: 13 – отверстия для патрубков 14

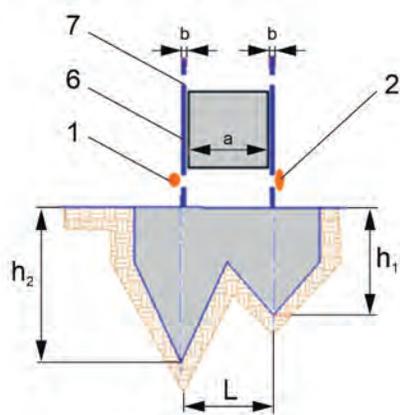


Рис. 3. Двухуровневый, ползоровидный сошник:

- 1 – семя одной культуры;
- 2 – семя другой культуры;
- 6 – высеваящий диск; 7 – ячейка

Конструкция сошника позволяет размещать семена в борозду на разную глубину заделки. Расстояние L между осями 17 сошника 5 определено условием:

$$L = a + 2b, \text{ мм}, \quad (1)$$

где a – ширина камеры разрезания, мм;

b – толщина диска, мм.

Сошник 5 крепится на двух осях 17 высеваящего аппарата.

Высеваящие диски (рис. 4.) выполнены с отверстиями $\varnothing 18-20$ мм – для пропашных и $\varnothing 12-14$ мм – для кормовых культур. Диски снабжены магнитными накладками 18 (рис. 5) с отверстиями $19 \varnothing 3-5$ мм в количестве 1-3 шт. – для пропашных культур и $\varnothing 1-3$ мм в количестве 1-5 – для кормовых культур, при этом соотношение толщины магнитной накладки к толщине высеваящего диска – 1:2, диаметр отверстия высеваящего диска, что вполне соответствует требованиям по надежному прикрытию отверстия.

Диаметр отверстия на высеваящем диске зависит от параметров семян высеваемой культуры. К примеру, для посева семян кукурузы в количестве 2-3 шт. необходимо, чтобы диаметр отверстия 7 был 18-20 мм, при меньшем диаметре нарушится процесс посева, использование большего диаметра нецелесообразно.

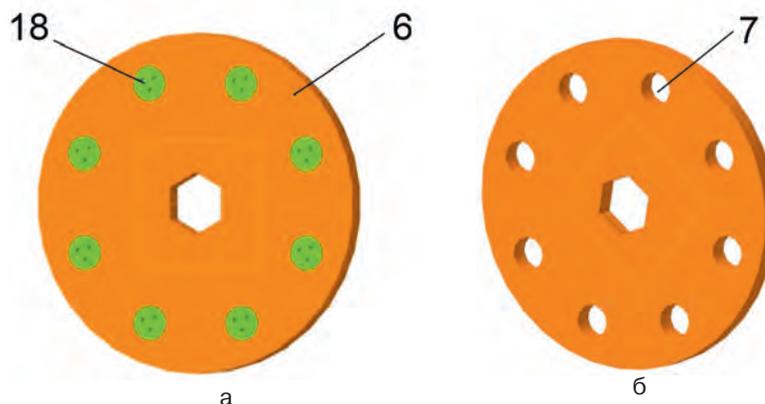


Рис. 4. Высеваящий диск:

- а – в сборе; б – без накладок;
- 6 – высеваящий диск;
- 7 – отверстия под накладки;
- 18 – магнитные накладки

Во время работы высеваящего аппарата семена из семенного бункера, разделенного перегородкой, поступают к местам расположения ворошилок, часть из них по пути присасывается к отверстиям на магнитной накладке вращающегося диска и транспортируется в зону сброса. С помощью вентилятора через воздуховод в камере разрезания, имеющей по бокам щели, создается разрежение, и семена двух культур прижимаются к отверстиям на магнитной накладке (рис. 5) высеваящих дисков с разных сторон дуги. Диски оснащены магнитными накладками с различным количеством отверстий для посева посевного материала разной фракции.

Лишние семена, присосавшиеся к отверстиям в верхней половине высеваящих дисков, удаляются воздушным потоком от рукавов, идущих

от воздуховода через патрубок перпендикулярно отверстиям. При направлении потока под углом велика вероятность удаления всех семян, что недопустимо. Рукава в нижней половине дисков установлены под углом $\alpha=6-8^\circ$ к вертикальной оси высеваящего аппарата по направлению движения сеялки и служат для принудительного удаления семян и придания им ускорения. Такой угол направления воздушного потока необходим для того, чтобы во время движения сеялки семена, удаленные воздушным потоком, падали ближе к вертикальной оси. Экспериментально установлено, что если угол $\alpha > 8^\circ$, то семена после падения перекатываются вперед по направлению сеялки, если $\alpha < 6^\circ$ – назад, что нарушает схему посева.

Воздуховод работает одновременно в двух режимах: первый обеспечивает разрежение воздуха

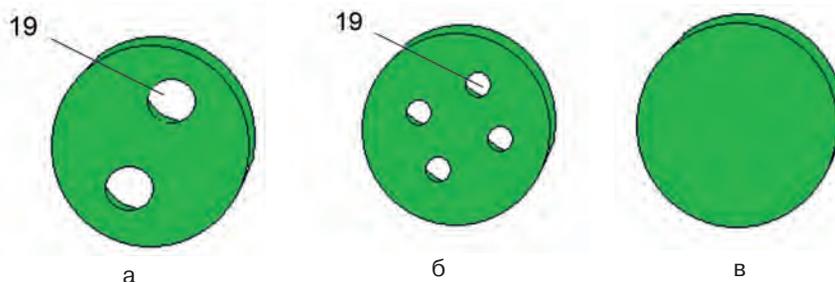


Рис. 5. Магнитные накладки:

- а – с отверстиями под пропашные культуры;
- б – с отверстиями под кормовые культуры;
- в – глухая накладка; 19 – отверстия

в камере, второй – работу рукавов 15 и 16.

Удаленные семена в нижней части высевающего диска попадают в двухуровневый полозовидный сошник (см. рис. 3), который размещает семена двух культур в борозде на разную глубину заделки: 6-8 см – для пропашных культур, 3-6 см – для кормовых.

Исследование работы дозирующей системы пневматического высевающего аппарата проводили в лабораторных условиях. Особое внимание было уделено продольной равномерности распределения семян в рядке на скоростных режимах, соответствующих поступательной скорости сеялки 10 км/ч. В качестве посевного материала использовали кукурузу и сою. Необходимо было выявить закономерности изменения расстояний между высеянными семенами обеих культур и сравнить характер их варьирования. При этом следовало установить такой объем выборки, среднее значение которого с заданной точностью характеризовало бы изучаемую совокупность.

Уровень продольной равномерности распределения семян в рядке оценивали коэффициентом вариации V (до 12%). Задавшись ошибкой опыта $P = 40\%$ и высокой вероятностью получаемого результата ($P = 0,92$), установили необходимое количество замеров n , при котором уровень вероятности соответствует показателю достоверности $K = 2,58$, и вывод о закономерностях распределения интервалов между семенами считается достаточно надежным. Число измеряемых интервалов между семенами принимали равным 100. Коэффициенты вариации V , среднюю ошибку m , ошибку опыта P , средний интервал, \bar{X} , мм, среднеквадратическое отклонение σ и фактическое значение интервала распределения $X^2\Phi$ по критерию наименьших квадратов определяли по известным формулам.

Число степеней свободы при разбивке выборки на 8 классов составило $\mu = 8-2-1=5$. При $P = 0,98$ и $\mu = 5$ найденные показатели распределения семян составили: кукурузы – $X^2\Phi = 3,98$, сои – $X^2\Phi = 2,86$.

Статистические характеристики распределения интервалов между семенами

| Культура | \bar{X} , мм | σ , мм | V , % | m , мм | P , % | Фактическое $X^2\Phi$ значение |
|----------|----------------|---------------|---------|----------|---------|--------------------------------|
| Кукуруза | 218,8 | 21 | 138 | 2,1 | 1,3 | 3,98 |
| Соя | 48,7 | 4,8 | 15,6 | 0,43 | 1,15 | 2,86 |

Полученные результаты приведены в таблице.

С вероятностью 0,92 можно утверждать, что дозирующая система пневматического высевающего аппарата для комбинированных посевов обеспечивает средний интервал между семенами в пределах 220-242 мм при высеве кукурузы и 46-52 мм – при высеве сои, что соответствует требованиям агротехники комбинированного посева.

Выводы

1. Разработанный пневматический высевающий аппарат позволяет высевать семена пропашных культур на погонном метре рядка в количестве 3-10 шт., кормовых – 10-35 шт., на глубину заделки 6-8 и 3-6 см соответственно. Для посева семян двух культур на одинаковую глубину необходимо установить сошник, обеспечивающий одинаковую глубину заделки семян.

2. Использование нового ресурсосберегающего дозирующего устройства позволяет производить комбинированный посев семян нескольких культур. Разработанный пневматический высевающий аппарат с универсальным дозирующим устройством имеет оригинальную конструкцию и удобен в эксплуатации.

Список

использованных источников

1. Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 3. С. 45-52.

2. Yatskul A., Lemiere J., Cointault F. Influence of the divider head functioning conditions and geometry on the seed's distribution accuracy of the air-seeder // Biosystems Engineering. 2017. Volume 161. September. Pp. 120-134.

3. Яковец А.В. Анализ дозирующих систем сеялок точного высева // Аграрная Россия. 2011. № 3. С. 60-63.

4. Универсальное дозирующее устройство для сеялок с пневматическими высевающими аппаратами / Б.Х. Ахалая [и др.] // Сельский механизатор. 2020. № 7. С. 10-11.

5. Ахалая Б.Х. Модернизация пневматической сеялки // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. №1. С. 35-36.

6. Ценч Ю.С., Несмиян А.Ю., Хомутова Н.С. История развития конструкции высевающих аппаратов зерновых сеялок // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. № 1. С. 102-117.

7. Akhalaya B.Kh. A laboratory study of the pneumatic sowing device for dotted and combined crops // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 2019. Т. 50. № 1. С. 57-59.

8. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х. Влияние турбулентного воздушного потока на качество высева семян. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 1. С. 54-57.

Development and Research of a Pneumatic Seed Drill Seed-Metering Unit

B.Kh. Akhalaya,
Yu.S. Tsench,
A.V. Mironova
(VIM)

Summary. The design of a pneumatic sowing device operating on a vacuum and sowing seeds in a combined, dotted and nesting ways with the same intervals between seeds in a row and a different sowing pattern is presented. To do this, the sowing discs are equipped with magnetic plates with different numbers of holes of different diameters for sowing row-crop seeds and forage crops.

Keywords: seed hopper, seed-metering unit, disc, pad, seeds, cell.

УДК 633.521

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-12-16

Математический анализ влияния различных факторов на процесс переработки тресты льна масличного в агрегате КВЛ-1М

Р.А. Ростовцев,

д-р техн. наук, проф. РАН,

директор,

r.rostovcev@fncl.ru

С.В. Прокофьев,

науч. сотр.,

s.prokofiev@fncl.ru

Д.Г. Фадеев,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,

d.fadeev@fncl.ru

Е.В. Соболева,

ст. науч. сотр.,

e.soboleva@fncl.ru

Э.В. Новиков,

канд. техн. наук, доц.,

вед. науч. сотр., зав. лабораторией,

e.novikov@fncl.ru

(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. Обоснованы совершенствование технологии первичной переработки льна масличного в виде спутанной массы поломанных стеблей в полевых условиях и оценка работы агрегата КВЛ-1М при переработке льна в поле. Определены влияние факторов процесса на изменение показателей качества волокна, рациональные параметры и режимы работы агрегата для повышения эффективности переработки стеблевой спутанной массы масличного льна.

Ключевые слова: лен масличный, спутанная масса поломанных стеблей, агрегат КВЛ-1М, массодлина волокна, линейная плотность, массовая доля костры.

Постановка проблемы

Лен масличный – перспективная культура, так как помимо семян переработке подвергаются солома и треста [1]. Ежегодно из-за отсутствия технологий и технических средств переработки уничтожается весь объем полученной тресты, оставшейся после сбора семян, что при пересчете на 1 тыс. га посевов составляет около

200 кг волокнистых веществ [2-4]. Известно, что в целых стеблях льна масличного содержится более 20 % волокна [5-7], пригодного для использования в целлюлозно-бумажной промышленности, изготовления экологически чистых утеплителей взамен стекловолкна, санитарно-гигиенических изделий, нетканых, композиционных и биоразлагаемых упаковочных материалов [8-11].

Традиционно технические средства для первичной переработки соломы или тресты льна разрабатываются как стационарное оборудование, входящее в состав линий переработки лубяных культур [12, 13]. Для использования этого ресурса сотрудниками ФГБНУ ФНЦ ЛК ранее был разработан агрегат КВЛ-1М для первичной переработки льна масличного в полевых условиях, который позволяет получить однотипное неориентированное льноволокно [14, 15]. Он осуществляет подбор массы льна, уложенной в валки или ленту, отделение волокна от древесной части стебля (костры) и сбор костроволокнистой смеси (закостренного волокна) для перевозки на последующую переработку [16, 17]. Однако в вышеуказанных исследованиях не обосновывались рациональные параметры и режимы работы агрегата КВЛ-1М при переработке тресты льна масличного непосредственно в поле.

Цель исследований – обоснование рациональных параметров и режимов работы агрегата КВЛ-1М для переработки тресты льна масличного в поле.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели необходимо провести экспери-

ментальные исследования агрегата КВЛ-1М в лаборатории, имитируя его работу в поле, математический анализ полученных данных с целью определения влияния различных факторов на процесс переработки тресты льна масличного в агрегате КВЛ-1М и обосновать их оптимальные значения.

В экспериментальной лаборатории ФНЦ ЛК был установлен агрегат КВЛ-1М, который переделан в лабораторную установку (рис. 1).

Привод агрегата осуществлялся от ЧРП, т.е. с возможностью варьирования частоты вращения рабочего органа дезинтегратора, входящего в состав агрегата. Для имитации движения агрегата по полю перед подборщиком 1 (см. рис. 1а) был установлен питающий ленточный транспортер 2, который осуществлял подачу слоя сырья 3 в агрегат. Полученная в агрегате костроволокнистая масса собиралась в фильтрующем устройстве 4, установленном на выводном пневмотранспортирующем воздуховоде 7.

Льнотреста 3 (см. рис. 1а) в виде спутанной массы поломанных стеблей взвешивалась и распределялась на транспортере 2 в виде валка (см. рис. 1). После установки необходимых для исследования оборотов ротора дезинтегратора 6, входящего в КВЛ-1М, валок сырья транспортером 2 подавался к подборщику 1, который передавал его во входной патрубок 5 дезинтегратора 6. После переработки в дезинтеграторе по выводному воздуховоду 7 костроволокнистая масса удалялась в фильтрующее устройство 4.

В процессе переработки тресты льна масличного контролировались следующие показатели качества волокна (выходные параметры): средняя массодлина волокна $L_{пл}$,

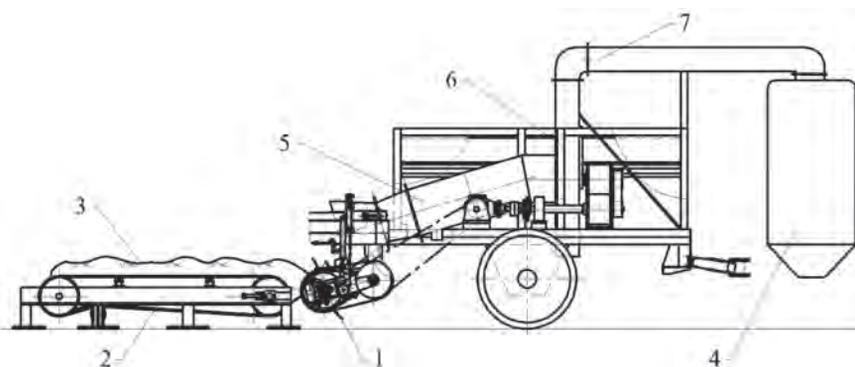


Рис. 1. Лабораторная установка:

а – конструктивно-технологическая схема;
б – общий вид со стороны питающего ленточного транспортера

массовая доля костры в волокне D_k , линейная плотность волокна $L_{пл}$.

Параметры и режимы работы КВЛ-1М определялись экспериментально, согласно методике полного факторного эксперимента (ПФЭ) [18]. Опыты проводились в трехкратной повторности и рандомизированы по симметричному композиционному плану второго порядка типа V_k .

Кодирование выбранных факторов осуществилось по следующему преобразованию:

$$X_i = (X'_i - X'_{i0}) / A, \quad (1)$$

где X_i и X'_i – кодированное и натуральное значения фактора, соответственно;

X'_{i0} – натуральное значение фактора на основном уровне;

A – натуральное значение интервала варьирования факторов.

После реализации опытов и обработки результатов с помощью статистического анализа получены многопараметрические регрессионные модели, адекватные экспериментальным данным, которые представляют зависимость отдельно взятого качествен-

ного показателя технологического процесса от факторов варьирования:

$$L_{пл} = 91,26 + 1,38X_1 + 4,373X_2 + 1,655X_3 - 0,4X_1X_2 - 8,525X_1X_3 - 0,1125X_2X_3 + 12,71X_1^2 - 2,754X_2^2 - 2,211X_3^2; \quad (2)$$

$$D_k = 82,76 + 0,255X_1 - 0,415X_2 + 4,02X_3 - 4,15X_1X_2 - 1,975X_1X_3 + 5,525X_2X_3 - 9,697X_1^2 + 0,302X_2^2 - 0,522X_3^2; \quad (3)$$

$$L_{пл} = 12,27 + 0,175X_1 + 1,094X_2 + 1,603X_3 - 0,543X_1X_2 + 0,206X_1X_3 - 1,013X_2X_3 - 0,624X_1^2 - 0,528X_2^2 + 0,009X_3^2; \quad (4)$$

где $L_{пл}$ – массодлина волокна, мм;

D_k – массовая доля костры, %;

$L_{пл}$ – линейная плотность волокна, текс;

X_1 – частота вращения ротора дезинтегратора, мин^{-1} ;

X_2 – скорость движения агрегата, м/с;

X_3 – линейная плотность валка, кг/м.

Для нахождения экстремумов указанных функций (оптимальных сочетаний факторов) использован метод наименьших квадратов [18].

Результаты исследования и обсуждение

Определение показателей качества тресты льна масличного в виде массы спутанных стеблей неполной длины показало, что средняя длина поломанных стеблей составляет 87 мм (минимальная – 32 мм, максимальная – 195 мм), содержание волокна в исходной массе – 29 %, отделяемость волокна от древесины – 8,5 ед., разрывная нагрузка – 0,5 кгс (4,9 Н).

Значения факторов, интервалов и уровней их варьирования представлены в таблице.

В результате получены следующие оптимальные значения факторов:

● для массодлины волокна:

$$X_1 = -3,361, X_2 = 13,844, X_3 = -2,737;$$

● для массовой доли костры:

$$X_1 = 0,142, X_2 = -0,726, X_3 = 0,261;$$

● для линейной плотности волокна:

$$X_1 = -0,517, X_2 = -1,45, X_3 = -0,154.$$

Для геометрического анализа полученных зависимостей (2)-(4) их приводили к канонической форме, которая имеет вид гиперболы (рис. 2-4).

Анализ поверхностей отклика показал, что при малой плотности валка $X_3 = 0,5$ кг/м (см. рис. 2а) увеличение скорости движения агрегата X_2 и снижение частоты вращения ротора дезинтегратора X_1 приводит к росту массодлины волокна $L_{пл}$.

Факторы, интервалы и уровни их варьирования

| Факторы | Уровни факторов | | | Интервал варьирования |
|--|-----------------|------|------|-----------------------|
| | -1 | 0 | +1 | |
| Частота вращения ротора дезинтегратора X_1 , мин^{-1} | 847 | 1051 | 1255 | 204 |
| Скорость движения агрегата X_2 , м/с | 0,71 | 1,22 | 1,73 | 0,51 |
| Линейная плотность валка X_3 , кг/м | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 0,50 |

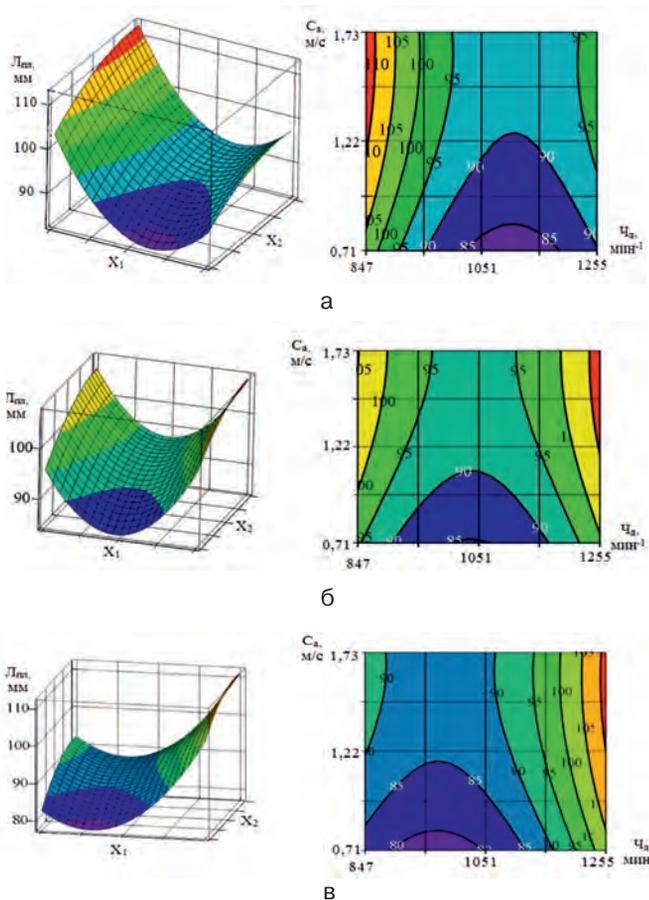


Рис. 2. Влияние частоты вращения ротора дезинтегратора X_1 и скорости движения агрегата X_2 на массодлину волокна $L_{\text{пл}}$ при различной линейной плотности валка:
а – 0,5 кг/м; б – 1 кг/м; в – 1,5 кг/м

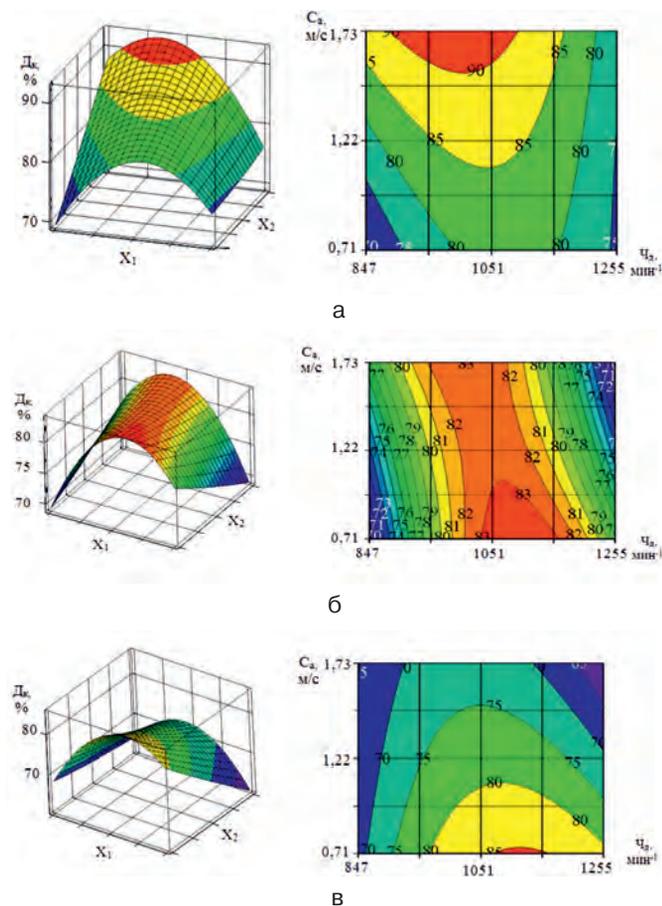


Рис. 3. Влияние частоты вращения ротора дезинтегратора X_1 и скорости движения агрегата X_2 на массовую долю костры D_k при различной линейной плотности валка:
а – 0,5 кг/м; б – 1 кг/м; в – 1,5 кг/м

Это обусловлено тем, что при возрастании скорости движения агрегата увеличивается степень заполнения рабочей камеры дезинтегратора, вследствие чего возникает процесс демпфирования, снижающий величину ударных воздействий гарнитуры ротора на материал, препятствующий разрыву волокна и процессам нарушения связи его с древесиной стебля, а следовательно, образованию и удалению костры (костровыделению).

При линейной плотности валка 1 и 1,5 кг/м (см. рис. 2б и 2в) наибольшая массодлина волокна $L_{\text{пл}}$ достигается при максимальной скорости движения агрегата и частоте вращения ротора дезинтегратора. Это связано с тем, что за счет большего воздушного потока время нахождения материала в рабочей камере дезинтегратора

сокращается и, как следствие, уменьшается количество ударных воздействий.

Из рис. 3 видно, что максимальное значение массовой доли костры D_k достигается при частоте вращения ротора дезинтегратора 1050 мин⁻¹, а увеличение скорости агрегата и плотности валка ведет к снижению ее значения. Это обусловлено тем, что с увеличением подачи материала в рабочую камеру возникает эффект демпфирования, что снижает интенсивность механических воздействий рабочих органов на материал.

Анализ поверхностей отклика (см. рис. 4) показывает, что увеличение плотности валка приводит к снижению линейной плотности волокна $L_{\text{пл}}$, а увеличение скорости агрегата – к ее росту. Максимальная линейная плотность волокна дости-

гается при частоте вращения ротора дезинтегратора 1050 мин⁻¹, что обусловлено следующим: материал, поступающий в дезинтегратор, не испытывает процесс демпфирования, снижается скорость воздушного потока по сравнению с максимальным значением, в результате чего время нахождения материала в рабочей камере дезинтегратора увеличивается, что обеспечивает достаточное количество механических воздействий на него.

Обобщая результаты исследований можно отметить, что при линейной плотности валка 0,5-1,5 кг/м наибольшее влияние на массодлину, массовую долю костры и линейную плотность волокна оказывает скорость движения агрегата, наименьшее – частота вращения ротора дезинтегратора.

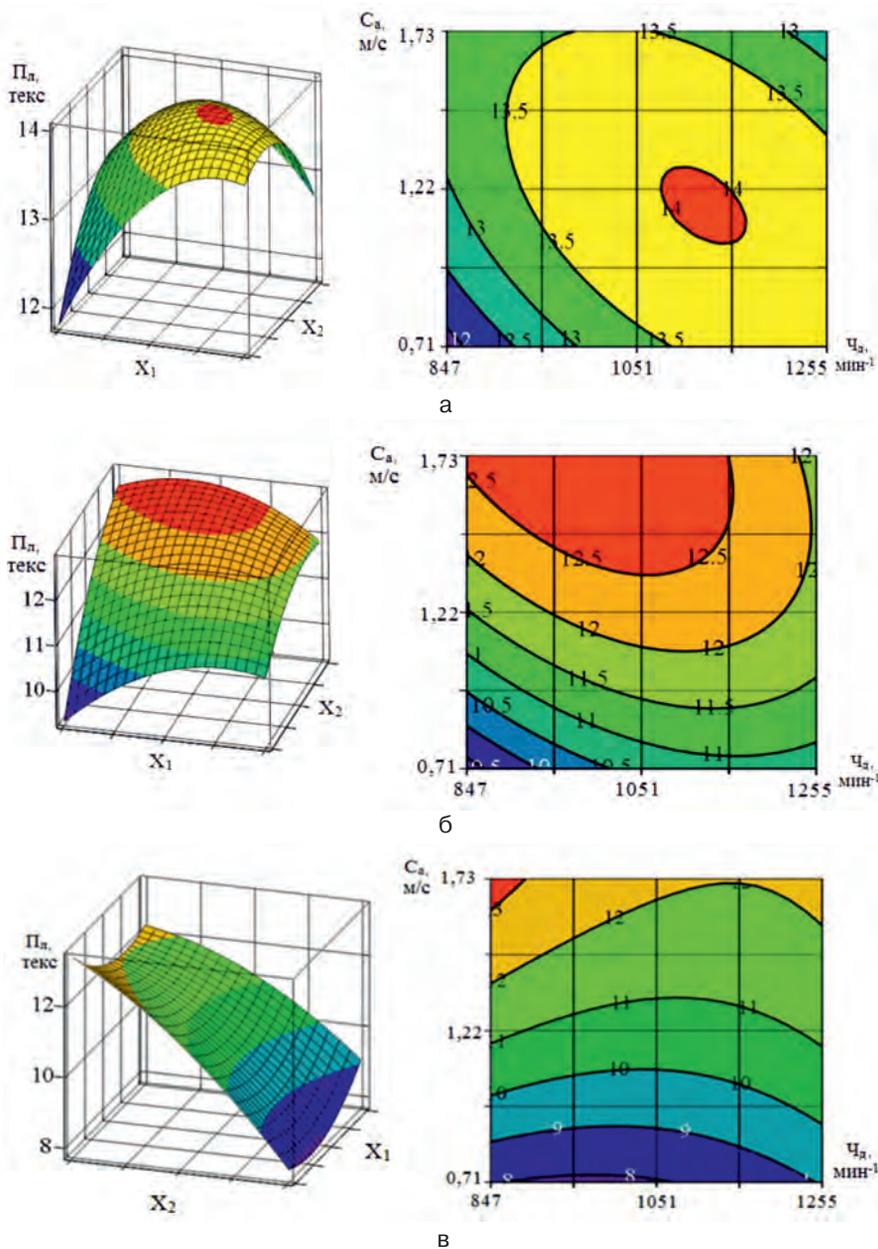


Рис. 4. Влияние частоты вращения ротора дезинтегратора X_1 и скорости движения агрегата X_2 на линейную плотность волокна P_L при различной линейной плотности валка:
 а – 0,5 кг/м; б – 1 кг/м; в – 1,5 кг/м

Выводы

1. В результате совершенствования технологии первичной переработки льна масличного в виде спутанной массы поломанных стеблей, а также оценки работы агрегата КВЛ-1М при переработке льна в полевых условиях было определено влияние факторов процесса на изменение показателей качества волокна. Кроме того, были выявлены рациональные параметры и режимы работы агрегата для уве-

личения эффективности переработки стеблевой спутанной массы льна масличного.

2. Рекомендуются следующие параметры и режимы работы агрегата КВЛ-1М: линейная плотность валка из тресты льна масличного – 0,9-1,1 кг/м; скорость движения агрегата по полю – 1,6-1,9 м/с; частота вращения ротора дезинтегратора – 950-1100 мин⁻¹.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Госу-

дарственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ 0477-2019-0005).

Список

использованных источников

1. **Нурлыгаянов Р.Б., Исмагилов К.Р., Демин И.П.** Состояние производства льна масличного в Республике Башкортостан // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (19-21 ноября 2020 г.). Сибай: Сибайский информ. центр – филиал ГУП РБ Изд. дом «Республика Башкортостан», 2020. С. 201-204.

2. **Морыганов А.П.** Отечественные целлюлозные волокна – перспективное сырье для российской текстильной промышленности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4. С. 44-49.

3. **Морыганов А.П.** Инновационные изделия текстильного, медицинского и технического назначения на основе модифицированного короткого льноволокна // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017, № 1. С. 297-301.

4. **Стокозенко В.Г., Морыганов А.П., Неманова Ю.В.** Генерация окислительно-восстановительных систем волокнистыми материалами на основе восстановления НДС и сернистых красителей: исследования и практическая реализация // Российский журнал общей химии. Т. 83, № 1, 2013. С. 220-229.

5. **Бойко Г.А., Уханова О.А.** Визначення придатності волокон льону олійного різних сортів до прядіння // Вісник херсонського національного технічного університету. 2016. № 2. С. 97-101.

6. **Тіхосова Г.А., Круглий Д.Г., Прохорова Н.І.** Інноваційна технологія одержання сировини для виробництва фільтрувального паперу із солом льону олійного // Вісник херсонського національного технічного університету. 2014. № 2. С. 106-110.

7. **Тулученко Н.В.** Проблеми використання льону олійного в технічному текстилі // Вісник херсонського національного технічного університету. 2015. № 2. С. 105-110.

8. Глубокая переработка льна в России: исторический аспект и перспективы / П.А. Коньков [и др.] // Текстильная промышленность. 2010, № 1. С. 36-41.

9. Модифицированное льноволокно для медицинских изделий / В.Н. Галашина [и др.] // Текстильная промышленность. 2011, № 2. С. 52-56.

10. Получение низкоматериалоемких тканей со специальными свойствами на основе модифицированного льноволокна / В.Г. Стокозенко [и др.] // Изв. вузов. Технология Легкой Промышленности. 2015, № 4. С. 78-82.

11. **Безбабченко А.В., Новиков Э.В.** Разработка и исследование установки для штапельирования льносырья в непрерывном технологическом потоке // Научный вестник КГТУ. 2013, № 2. С. 16.

12. Универсальная линия для переработки льна и конопли в различные виды готовой продукции / А.В. Безбабченко [и др.] // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016, № 1. С. 54-58.

13. Проблемы первичной переработки льнотресты в поле и пути их решения / В.Н. Белокопытов [и др.] // «Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности»: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Смоленск: 2017. С. 118-125.

14. **Прокофьев С.В.** Обоснование модернизации машины для первичной переработки льна масличного в полевых условиях КВЛ-1 // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ «ВНИИМЛ», 2017. С. 262-265.

15. Исследование энергосберегающих технологий переработки льняной ленты в модифицированное волокно / А.В. Безбабченко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2012, № 6. С. 40-43.

16. **Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутова А.Г.** Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012, № 4. С. 143-146.

17. **Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Корабельников А.Р.** Технологии производства механически модифицированного льноволокна, межвенцовых утеплителей ваты на льнозаводах и их экономическая эффективность // Науч. Вестник КГТУ. 2012, № 2. С. 7.

18. **Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Гпановский Ю.В.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Изд. «Наука», 1976. 279 с.

Mathematical Analysis of the Influence of Various Factors on the Processing of Oil Flax Straw in the KVL-1M Unit

R.A. Rostovtsev, S.V. Prokofiev, D.G. Fadeev, E.V. Soboleva, E.V. Novikov

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The improvement of the primary processing of oil flax in the form of a tangled mass of broken stems in field conditions and the assessment of the operation of the KVL-1M unit when processing flax in the field are substantiated. The influence of process factors on the change in fiber quality indicators, rational parameters and operating modes of the unit to increase the efficiency of processing the stem tangled mass of oil flax have been determined.

Keywords: oil flax, tangled mass of broken stems, KVL-1M unit, fiber mass length, linear density, shive mass fraction.

Информация



День поля – Липецк 2021

15-16 июля 2021 г. в Липецкой области (Липецкий район, с. Бруслановка, Областная сортоиспытательная станция) пройдет областной «День Липецкого поля». Мероприятие будет проводиться в формате выставки-демонстрации сельскохозяйственной техники и технологий под открытым небом.

Организатор выставки – управление сельского хозяйства Липецкой области.

Насыщенная программа мероприятия включает в себя осмотр делянок с селекционными достижениями различных сельскохозяйственных культур, статической экспозиции, проведение полевой демонстрации новейших образцов сельхозтехники как отечественного, так и импортного производства, а также современных технологий возделывания сельхозкультур, знакомство с результатами проведения эксперимента по внесению удобрений. Будет продемонстрировано, как улучшить плодородие почв с помощью органического земледелия. Также посетители смогут ознакомиться с новыми направлениями в селекции зерновых, масличных и картофеля.

«День Липецкого Поля» – отличная база для коммуникаций, которые способствуют развитию агро-

промышленного комплекса области, налаживанию межрегиональных связей, продвижению инновационных проектов в аграрной отрасли, новых технологий в сельскохозяйственном производстве, развитию контактов между организациями, предприятиями и инвесторами.

Формат выставки-демонстрации позволит наилучшим способом провести презентацию экспонентов и таким образом расширить клиентскую базу, закрепить существующие контакты, совершить продажи, сделать рекламу компании эффективной, провести анализ рынка данной отрасли.

Предусмотрена обширная культурная программа.

Подробная информация о выставке – на сайте www.lipagro.ru и по телефону (473)233-09-60.

УДК 004.021/631.81

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-17-22

Программный комплекс для расчета доз компонентов тукосмесей

С.В. Митрофанов,канд. с.-х. наук, зам. директора,
f-mitrofanoff2015@yandex.ru**А.С. Пехнов,**мл. науч. сотр.,
pehnovandrei@yandex.ru**Д.А. Благов,**канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
aspirantyra2013@gmail.com
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены методика и программный комплекс для расчета доз компонентов тукосмесей в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей и планируемых к возделыванию сельскохозяйственных культур. Программный комплекс может быть использован как сельскохозяйственными предприятиями, так и фирмами-производителями удобрений, имеющими тукосмесительные установки, с целью производства тукосмесей под почвенно-климатические и хозяйственные условия конечного потребителя.

Ключевые слова: тукосмесь, программный комплекс, агрохимические показатели, математическая модель.

Постановка проблемы

Согласно долгосрочному прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. планируется значительное увеличение объема производства зерна – до 145-150 млн т. Для этого необходимо довести среднюю урожайность зерновых культур в целом по стране до 36-38 ц/га. Очевидно, что решение этой задачи возможно только при систематическом повышении плодородия почв путем комплексного агрохимического окультуривания полей. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных полевых опытов научно-исследовательских институтов и агрохимической службы во всех природно-климатических зонах страны [1].

Однако в основных сельскохозяйственных регионах Российской Федерации объемы внесения минеральных удобрений несопоставимы с мировой практикой, средний показатель их внесения в целом по стране остается на низком уровне (в Европейском союзе – 130 кг/га, в Латинской Америке – 90, в Китае – 440-526, Бельгии – 276-322, Германии – 199-206, США – 134 кг/га). Среднемировым показателям (≈ 100 кг/га) Россия уступает почти в 5 раз. Как правило, в тех странах, где получают наиболее высокие урожаи, минеральные удобрения применяются в высоких дозах. К ним относятся Китай, Бельгия, Нидерланды, Великобритания, Германия. Из постсоветских республик наибольшее количество удобрений на 1 га посевной площади вносят в Белоруссии [2-4].

Начиная с 1990-х годов применение удобрений сократилось, практически прекратилось известкование кислых почв. Баланс питательных веществ в земледелии страны стал складываться со значительным превышением выноса над их поступлением в почву, что повлекло за собой снижение содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах, увеличение доли площади кислых почв.

В наибольшей степени эти негативные изменения коснулись Нечерноземной зоны. Доля кислых почв возросла с 52 до 60%, с низкой обеспеченностью подвижным калием – с 22 до 27%. Эти показатели характерны для зоны в целом. В отдельных областях, таких как Костромская, Орловская и Рязанская, средневзвешенное содержание подвижного фосфора перешло из группы «повышенно обеспеченные» в среднюю. В Брянской, Владимирской, Ивановской, Костромской, Орловской и Тверской областях аналогичное положение отмечено для содержания

подвижного калия [2, 5]. Согласно прогнозу ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», в названных регионах вследствие деградации почв по агрохимическим показателям потенциальная урожайность зерновых культур без внесения удобрений снизилась на 4,4-6,8 ц/га, или на 13-23% [6].

В сложившихся условиях необходимо внедрять приемы, повышающие эффективность применяемых удобрений. Одним из подобных способов является использование минеральных удобрений в виде тукосмесей. Применение туковых смесей позволяет решить задачу одновременного внесения в почву двух или трех питательных элементов, что приводит к значительной экономии средств при использовании минеральных удобрений. Известно, что эффективность минеральных удобрений, внесенных в виде тукосмесей, выше, чем удобрений, внесенных раздельно. Тукосмеси приготавливают, как правило, в стационарных условиях с помощью тукосмесительных установок [7]. Например, в США и ряде европейских стран отлажена система по внесению тукосмесей – работают тысячи тукосмесительных установок, квалифицированные специалисты-агрохимики проводят обучающие семинары, осуществляется агрохимическое обследование почв с целью проведения расчетов компонентов тукосмесей и составления на их основе карт [8].

В современных Российских условиях организация приготовления тукосмесей актуальна и является рациональной как на региональном уровне, так и в условиях крупных аграрных предприятий, специализирующихся на высокорентабельном производстве продукции растениеводства.

Основными сдерживающими факторами внедрения тукосмесей в России являются: отсутствие отечествен-

ных тукоsmесительных установок и дороговизна импортных; отсутствие научно обоснованных технологий применения тукоsmесей, соответствующих почвенно-климатическим условиям; дороговизна агрохимического обследования почв.

В связи с этим учеными института на базе ранее разработанных математических моделей [9-12], основанных на методе покоординатного спуска с оптимизацией длины шага (метод Гаусса-Зейделя), разрабатывается программный комплекс для расчета доз компонентов тукоsmесей в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей и планируемых к возделыванию культур, представляющий собой облачный сервис.

Цель исследования – разработка программного комплекса для расчета доз компонентов тукоsmесей.

Материалы и методы исследований

Программный комплекс включает в себя ряд баз данных, хранящихся в программе Microsoft SQL Server Management Studio 18. Язык SQL является основой многих СУБД, так как отвечает за физическое структурирование и запись данных на диск, а также за чтение данных с диска, позволяет принимать SQL-запросы от других компонентов СУБД и пользовательских приложений. SQL – мощный инструмент, который обеспечивает пользователям, программам и вычислительным системам доступ к информации, содержащейся в реляционных базах данных.

Программа для расчета доз макроэлементов под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур написана в среде Qt Creator с использованием MS SQL Server Manager 2018. Qt – это кроссплатформенная библиотека, разработанная финской компанией Trolltech, в настоящий момент принадлежащей корпорации Nokia. Qt реализована на языке программирования C++ и пользуется популярностью. Возможности C++ в Qt также значительно расширены с помощью макросов и МОС (MetaObjectCompiler): добавлены

сигналы/слоты, возможность создавать собственные свойства классов (property).

Результаты исследований и обсуждение

В основе работы программного комплекса лежит алгоритм, представленный на рис. 1.

При запуске программы открывается стартовое диалоговое окно. После нажатия на вкладку меню открывается список, в котором можно соединиться с базой знаний облачного сервиса, включающей в себя ряд баз данных (рис. 2):

- Базу данных коэффициентов аппроксимации уравнений;
- Базу данных научно справочной информации (БД НСИ);
- Базу данных удобрений;

- Базу данных совместимости удобрений.

Исходной информацией, используемой для дальнейших расчетов, является агрохимическая характеристика почв, паспорта полей и участков, по результатам обследования Федеральных государственных бюджетных учреждений агрохимической службы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Используя данную информацию и коэффициенты Базы данных коэффициентов аппроксимации уравнений (рис. 3), производится расчет баланса элементов питания, возникший в ходе ведения хозяйственной деятельности.

В качестве математической модели используется аппроксимирующее уравнение вида [9-12]:

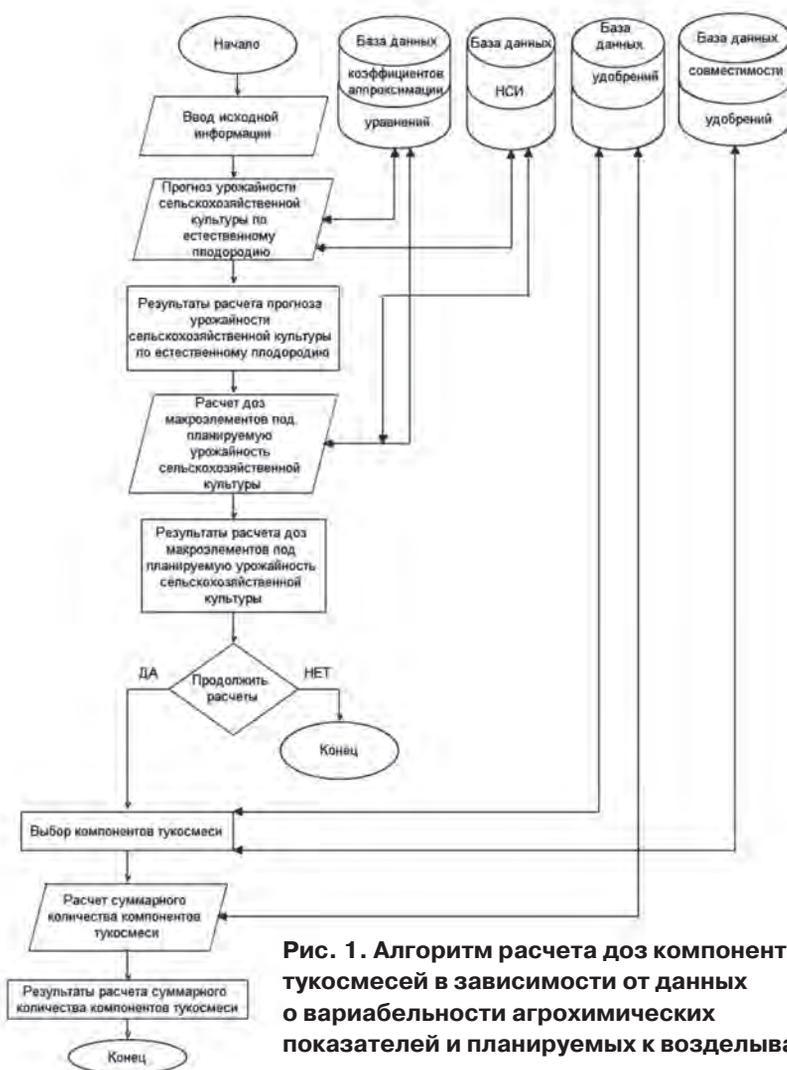


Рис. 1. Алгоритм расчета доз компонентов тукоsmесей в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей и планируемых к возделыванию культур

Рис. 2. Связь с базой данных программного комплекса

Рис. 4. Пример прогноза урожайности

| Результаты | Сообщения | orikul | trpch | uvrpl | y_max | a_ph | b_ph | a1_l | a2_l | a3_l | a1_p | a2_p | a3_p | a1_k | a2_k | a3_k | an | bn |
|------------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|
| 1 | | 1130 | 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.17179 | 1.08139 | 0.00093 | 0.21498 | 1.0495 | 0.00237 | 0.13833 | 1.0795 | 0.00109 | -50 | 100 |
| 2 | | 1130 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.14443 | 1.03017 | 0.00059 | 0.17778 | 0.99841 | 0.00153 | 0.12895 | 1.01388 | 0.00099 | -70 | 100 |
| 3 | | 1130 | 30 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.15075 | 1.0284 | 0.00063 | 0.12281 | 1.02847 | 0.00047 | 0.09353 | 1.02829 | 0.00034 | -80 | 100 |
| 4 | | 1130 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.16712 | 1.01435 | 0.00105 | 0.50498 | 3.1788 | 0.00534 | 0.29197 | 2.76249 | 0.00293 | -94.32432 | 81.08108 |
| 5 | | 1130 | 20 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.1627 | 1.04138 | 0.00079 | 0.21503 | 0.91676 | 0.00235 | 0.15687 | 0.94646 | 0.0016 | -37.12329 | 58.21918 |
| 6 | | 1130 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.1809 | 1.01872 | 0.00122 | 0.14771 | 1.02354 | 0.00096 | 0.11265 | 1.02619 | 0.00071 | -30 | 50 |
| 7 | | 1130 | 21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.12063 | 1.00879 | 0.00019 | 0.15547 | 0.98994 | 0.00133 | 0.09668 | 1.01513 | 0.00039 | -110 | 100 |
| 8 | | 1130 | 21 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.12958 | 1.01431 | 0.00029 | 0.15786 | 0.9857 | 0.00123 | 0.11405 | 0.99935 | 0.00078 | -100 | 100 |
| 9 | | 1130 | 21 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.14004 | 1.01834 | 0.0005 | 0.12665 | 1.01533 | 0.0004 | 0.09519 | 1.01608 | 0.00031 | -100 | 100 |
| 10 | | 1130 | 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.15395 | 1.00841 | 0.00103 | 0.18946 | 0.89675 | 0.00226 | 0.12791 | 0.95378 | 0.00128 | -70 | 50 |
| 11 | | 1130 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.14949 | 1.00839 | 0.00086 | 0.18129 | 0.91371 | 0.00182 | 0.13198 | 0.9393 | 0.00123 | -60 | 50 |
| 12 | | 1130 | 22 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.137 | 1.01425 | 0.0004 | 0.12864 | 1.00186 | 0.00071 | 0.09807 | 1.00406 | 0.00052 | -60 | 50 |
| 13 | | 1130 | 23 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.14802 | 0.96261 | 0.00115 | 0.16244 | 0.89844 | 0.00177 | 0.10934 | 0.9478 | 0.00097 | -125 | 50 |
| 14 | | 1130 | 23 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.14205 | 0.97112 | 0.00094 | 0.16576 | 0.86828 | 0.00174 | 0.11445 | 0.93564 | 0.00096 | -115 | 50 |
| 15 | | 1130 | 23 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.15373 | 0.94385 | 0.00109 | 0.11217 | 0.99184 | 0.00051 | 0.07593 | 1.00433 | 0.00012 | -115 | 50 |
| 16 | | 1130 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.12377 | 0.9867 | 0.00061 | 0.15311 | 0.90395 | 0.00166 | 0.10302 | 0.95042 | 0.0009 | -90 | 30 |
| 17 | | 1130 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.12119 | 0.9958 | 0.00053 | 0.14838 | 0.91864 | 0.00134 | 0.10784 | 0.93883 | 0.00089 | -93.33333 | 33.33333 |
| 18 | | 1130 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0.12947 | 0.9883 | 0.0006 | 0.10558 | 0.99154 | 0.00046 | 0.08045 | 0.9933 | 0.00033 | -93.33333 | 33.33333 |
| 19 | | 1130 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.1198 | 0.99369 | 0.00058 | 0.149 | 0.90497 | 0.00158 | 0.1002 | 0.95034 | 0.00085 | -120 | 33.333 |

Рис. 3. Фрагмент базы данных коэффициентов аппроксимирующих уравнений

$$Y = \frac{A_1 X_1 (1 + X_2)}{1 + A_2 X_2 + A_3 X_1 X_2}, \quad (1)$$

где Y – планируемая урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), ц/га;

X_1 – содержание гумуса в почве j -го поля (k -м участке) (по данным агрохимического обследования), %;

X_2 – общая потребность в элементе питания под планируемую урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), кг д.в./га;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты уравнения, полученные в процессе оценки параметров аппроксимирующей функции.

На основе полученных в ходе расчетов данных, используя закон ограничивающего (лимитирующего) фактора, производится прогноз потенциально возможной урожайности культуры (рис. 4).

Следующим этапом работы программного комплекса является рас-

чет доз макроэлементов под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур (рис. 5).

Путем изменения коэффициентов аппроксимации уравнения (1) произ-

водится расчет агрегированной переменной – X_2 . Расчет доз удобрений осуществляется путем вычитания из данной переменной количества данного элемента в доступных элементах питания:

$$D_{N_{ij}} = (X_{2N} - \sum N_{ист.}) K_{ок}, \quad (2)$$

где $D_{N_{ij}}$ – расчетная годовая доза элемента питания под планируемую урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), кг д.в./га;

X_{2N} – общая потребность в элементе питания под планируемую урожайность i -культуры на j -м поле (k -м участке), кг д.в./га;

$$X_{2N} = \frac{Y(1 + A_{2N} X_1) - A_{1N} X_1}{(A_{1N} - A_{3N} Y) X_1}, \quad (3)$$

$\sum N_{ист.}$ – агрегированная переменная, учитывающая поступление в почву элементов питания из всех

Рис. 5. Пример расчета доз макроэлементов под планируемую урожайность сельскохозяйственной культуры

известных источников (обращение к БД НСИ);

Кок. – поправочный коэффициент к расчетам, учитывающий степень окультуренности почвы j -го поля (k -го участка).

На следующем этапе пользователем выбираются компоненты тукоsmеси. Особенность данного этапа заключается в учете возможности смешивания компонентов. Тукоsmеси своими физико-химическими свойствами отличаются от составляющих их удобрений, поэтому без правильного выбора компонентов тукоsmешения будут нарушены основные свойства получаемых смесей – гигроскопичность, слеживаемость, рассеиваемость.

Смешивание удобрений должно отвечать следующим условиям:

- нельзя смешивать между собой удобрения, относящиеся к одному и тому же типу;
- существуют пары удобрений разных между собой типов, подлежащие смешиванию;
- существуют пары удобрений разных между собой типов, подлежащие смешиванию с ограничениями;
- удобрение считается сложносмешанным в случае, если оно состоит минимум из двух удобрений различного типа.

На основе поставленных условий составлена таблица истинности (табл. 1) для четырёх переменных, соответствующих каждому типу удобрений, для получения всех возможных комбинаций смесей (1 – попадание отдельного типа удобрения в смесь, 0 – непопадание).

Таким образом, была составлена таблица истинности для четырёх переменных, соответствующих каждому типу удобрений.

Проанализировав табл. 1, приходим к выводу, что некоторые комбинации не соответствуют условиям смешивания, так как смесь будет состоять менее чем из двух элементов, поэтому исключаем эти комбинации, в результате получаем уточненную таблицу истинности (табл. 2).

Составлена схема фактической возможности смешивания удобрений без нейтрализующих добавок (рис. 6),

в строках и столбцах которой перечислены отдельные удобрения разных типов, а на пересечении строк и столбцов обозначается возможность смешивания данной пары удобрений.

Существуют три варианта в контексте возможности смешивания пары: пару нельзя смешивать – 0; пару можно смешивать с ограничениями – 1; пару можно смешивать – 2.

Чтобы определить возможность смешивания более чем двух удобрений, необходимо убедиться в смешиваемости всех выбранных удобрений между собой попарно. Для этого создано шесть таблиц попарной смешиваемости.

Каждая из таблиц хранит соответствующие пары кодов удобрений и результат их смешивания (табл. 3).

Программная реализация алгоритма подразумевает выбор желаемой пользователем комбинации удобрений для тукоsmешения.

Таблица 1. Изначальная таблица истинности

| Азотные | Фосфорные | Калийные | Комплексные |
|---------|-----------|----------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 2. Уточнённая таблица истинности

| Азотные | Фосфорные | Калийные | Комплексные |
|---------|-----------|----------|-------------|
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

| Удобрения | Азотные | | | | | | Фосфорные | | | | | | Калийные | | | | Комплексные | | | |
|-------------|------------------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------|------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------|---------|-------------|------------|------------|---|
| | Аммиачная селитра | Мочевина (карбамид) | Сульфат аммония | Известково-аммиачная селитра | Натриевая селитра | Кальциевая селитра | Суперфосфат простой | Суперфосфат грануляр. | Суперфосфат двойной | Преприпат | Фосфоритная мука | Шлак фосфорный (натуральный) | Сульфат калия | Калийная соль | Силикат | Калинит | Азидофос | Нитрофоска | Диамидофос | |
| Азотные | Аммиачная селитра | М | Н | У | М | М | М | Н | У | У | У | У | У | У | У | У | У | М | У | |
| | Мочевина (карбамид) | Н | М | У | Н | У | У | Н | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | |
| | Сульфат аммония | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | М | У |
| | Известково-аммиачная селитра | М | Н | У | М | М | М | Н | У | У | У | У | Н | У | У | У | У | У | М | У |
| | Натриевая селитра | М | У | У | М | М | М | У | У | У | У | У | У | У | М | У | У | У | М | У |
| | Кальциевая селитра | М | У | У | М | М | М | У | У | У | У | У | У | У | М | У | У | У | М | У |
| Фосфорные | Суперфосфат простой | Н | Н | М | Н | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | Н | М |
| | Суперфосфат грануляр. | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | У | М |
| | Суперфосфат двойной | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | У | М |
| | Преприпат | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | У | М |
| | Фосфоритная мука | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | М | У | М | У | У | М | У | М |
| | Шлак фосфорный (натуральный) | Н | У | Н | Н | У | У | Н | Н | Н | Н | М | М | У | М | У | У | Н | Н | Н |
| Калийные | Хлористый калий | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | М | М | М | М | М | У | У | У |
| | Сульфат калия | У | У | М | У | М | М | М | М | М | М | М | М | М | М | М | М | У | У | У |
| | Калийная соль | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | М | М | М | М | М | У | У | У |
| | Силикат | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | М | М | М | М | М | У | У | У |
| | Калинит | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | У | М | М | М | М | М | У | У | У |
| Комплексные | Азидофос | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | М | М |
| | Нитрофоска | М | У | М | М | М | М | Н | У | У | У | У | Н | У | У | У | У | М | М | М |
| | Диамидофос | У | У | М | У | У | У | М | М | М | М | М | Н | У | М | У | У | М | М | М |

М – можно смешивать; Н – нельзя смешивать; У – условно можно смешивать (незадолго перед внесением)
Рис. 6. Схема возможности смешивания удобрений



Выбранные удобрения проверяются на соответствие комбинации в уточнённой таблице истинности с помощью оператора выбора switch, который, в свою очередь, передаёт данную комбинацию в функцию проверки смешения Mix().

Таблица 3. Пример смешиваемости азотных и фосфорных удобрений

| NKod | PKod | Result |
|------|------|--------|
| 1101 | 2001 | 2 |
| 1101 | 2002 | 2 |
| 1101 | 2003 | 2 |
| 1101 | 2101 | 2 |
| 1101 | 2104 | 0 |
| 1101 | 2201 | 2 |
| 1101 | 2202 | 2 |
| 1101 | 2203 | 2 |
| 1101 | 2204 | 2 |
| 1101 | 2205 | 0 |
| 7 | 2001 | 0 |
| 7 | 2002 | 1 |
| 7 | 2003 | 1 |
| 7 | 2101 | 1 |
| 7 | 2104 | 0 |
| 7 | 2201 | 1 |
| 7 | 2202 | 1 |
| 7 | 2203 | 1 |
| 7 | 2204 | 1 |
| 7 | 2205 | 0 |
| 8 | 2001 | 0 |
| 8 | 2002 | 1 |
| 8 | 2003 | 1 |
| 8 | 2101 | 1 |
| 8 | 2104 | 0 |
| 8 | 2201 | 1 |
| 8 | 2202 | 1 |
| 8 | 2203 | 1 |
| 8 | 2204 | 1 |
| 8 | 2205 | 0 |

Критерием проверки является результат, возвращаемый функцией Mix() в виде числа – 0, 1 или 2. Выбор результирующего значения осуществляется с помощью следующей формулы:

$$\begin{cases} \prod_i^n c_i = 0, R = 0 \\ 0 < \prod_i^n c_i < 2^n, R = 1, \\ \prod_i^n c_i = 2^n, R = 2 \end{cases} \quad (4)$$

где R – результирующее значение; n – число таблиц попарной смешиваемости, задействованных в данной комбинации;

i – текущая таблица смешиваемости;

c_i – показатель смешиваемости выбранных компонентов текущей таблицы.

Выводы

1. Разрабатываемая методика и программный комплекс на ее основе позволяют оптимизировать питание сельскохозяйственных культур путем расчета доз компонентов тукосмеси в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей.

2. Программный комплекс может быть использован как сельскохозяйственными предприятиями, так и фирмами-производителями удобрений, имеющими тукосмесительные установки, с целью производства тукосмесей под почвенно-климатические и хозяйственные условия конечного потребителя.

Список

использованных источников

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 10 августа 2019 г. № 1796-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72522534/> (дата обращения: 15.01.2021).

2. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. 2020. № 6. С. 3-13.

3. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Развитие производства и рынка минеральных удобрений // Плодородие. 2019. № 3. С. 6-9.

4. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Российский рынок минеральных удобрений: проблемы и возможности решения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 5. С. 91-98.

5. Сычев В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений // Плодородие. 2019. № 2. С. 22-25.

6. Ефремов Е.Н. Прогноз использования минеральных удобрений на перспективу (2025-2030 г.) // Плодородие почв России: состояние и возможности: Сб. статей (к 100-летию со дня рожд. Т.Н. Кулаковской). М. 2019. С. 22-31.

7. Кузьменко К.И. Совершенствование процесса выгрузки из бункеров туковых смесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ростов-на-Дону, 2000. 32 с.

8. Тукосмеси в России: времена меняются [Электронный ресурс]. URL: <https://www.newchemistry.ru/printletter.php?nid=6032> (дата обращения: 05.02.2021).

9. Дорохов А.С., Новиков Н.Н., Митрофанов С.В. Интеллектуальная технология формирования системы удобрения // Техника и оборудование для села. 2020. № 7. С. 2-5.

10. Mathematical models and soil fertility management software / Mitrofanov S. [et al.]. // E3S Web Conferences. Volume 210, 2020. Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020).

11. Цифровые технологии в проектировании систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях / Митрофанов С.В. [и др.] // Техника и оборудование для села. 2019. № 7. С. 14-17.

12. Математические модели по рациональному расчету доз минеральных удобрений / Митрофанов С.В. [и др.] // Наука в центральной России. 2019. № 2. С. 71-77.

Software Package for Calculation of Fertilizer Mixture Component Doses

S.V. Mitrofanov, A.S. Pekhnov, D.A. Blagov

(Institute for Technical Support of Agriculture, branch of VIM)

Summary. A methodology and a software package for calculating the fertilizer mixture component doses depending on the data on the variability of agrochemical indicators and agricultural crops planned for cultivation are discussed. The software package can be used by both agricultural enterprises and fertilizer manufacturers with fertilizer mixing plants for the production of fertilizer mixtures for the soil, climatic and economic conditions of the end consumer.

Keywords: fertilizer mixture, software package, agrochemical indicators, mathematical model.



Реферат

Цель исследований – разработка программного комплекса для расчета доз компонентов тукосмесей. Программный комплекс включает в себя ряд баз данных, хранящихся в программе *Microsoft SQL Server Management Studio 18*. Язык *SQL* – основа многих СУБД, поскольку отвечает за физическое структурирование, запись данных на диск, чтение данных с диска, позволяет принимать *SQL*-запросы от других компонентов СУБД и пользовательских приложений. *SQL* – мощный инструмент, обеспечивающий пользователям, программам и вычислительным системам доступ к информации, содержащейся в реляционных базах данных. Программа для расчета доз макроэлементов под планируемую урожайность сельхозкультур написана в среде *Qt Creator* с использованием *MS SQL Server Manager 2018*. *Qt* – кроссплатформенная библиотека, разработанная компанией *Trolltech* (в настоящий момент принадлежит корпорации *Nokia*), реализована на языке программирования *C++* и пользуется популярностью, прежде всего у *C++*-программистов, поскольку использует «родной» для них интерфейс. Возможности *C++* в *Qt* значительно расширены с помощью макросов и *MOC (MetaObjectCompiler)*: добавлены сигналы/слоты, возможность создавать собственные свойства классов (*property*). В основе работы программного комплекса лежит алгоритм расчета доз компонентов тукосмесей в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей и планируемых к возделыванию культур. Исходной информацией для дальнейших расчетов являются агрохимическая характеристика почв, паспорта полей и участков по результатам обследования Федеральных государственных бюджетных учреждений агрохимической службы Минсельхоза России. С использованием данной информации производится расчет баланса элементов питания. Разрабатываемая методика и программный комплекс на ее основе позволяют оптимизировать питание сельхозкультур путем расчета доз компонентов тукосмеси в зависимости от данных о вариабельности агрохимических показателей. Программный комплекс может использоваться как сельскохозяйственными предприятиями, так и фирмами-производителями удобрений, имеющими тукосмесительные установки, с целью производства тукосмесей под различные условия конечного потребителя.

Abstract

The purpose of the research is to develop a software package for calculating the of fertilizer mixture component doses. The software package includes a number of databases to be stored in *Microsoft SQL Server Management Studio 18*. The *SQL* language is the basis of many DBMS, since it is responsible for physical structuring, writing data to disk, and reading data from disk, and allows you to receive *SQL* queries from other components DBMS and custom applications. *SQL* is a powerful tool that provides users, applications, and computing systems with access to the information contained in relational databases. The program for calculating the doses of macronutrients for the planned yield of crops was written in the *Qt Creator* environment using *MS SQL Server Manager 2018*. *Qt* *Creator* is a cross-platform library developed by *Trolltech* (currently owned by *Nokia Corporation*), has been implemented in the *C++* programming language and is popular, first of all for *C++* programmers, because it uses the interface “native” for them. The possibilities of *C++* in *Qt* *Creator* are significantly expanded using macros and *MOC (MetaObjectCompiler)*: signals / slots are added, and there is an ability to create your own class properties. The software package is based on an algorithm for calculating the doses of fertilizer mixture components depending on the data on the variability of agrochemical indicators and crops planned for cultivation. The initial information for further calculations is the agrochemical characteristics of soils, certificates of fields and plots based on the results of a survey of the Agrochemical Service Institutions of the Ministry of Agriculture of Russia. This information is used to calculate the balance of the nutrient elements. The developed methodology and a software package based on it make it possible to optimize the nutrition of agricultural crops by calculating the doses of fertilizer mixture components depending on the data on the variability of agrochemical indicators. The software package can be used by both agricultural enterprises and fertilizer manufacturers with fertilizer mixing plants in order to produce fertilizer mixtures for various conditions of the end user.

22-23 июля 2021 г.

Александровский район,
с. Нижний Якимец,
ООО «Ока-Молоко»

Организаторы выставки

- Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
- Выставочная фирма «Центр»



ДЕНЬ ПОЛЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ПОСТАВЩИК УДОБРЕНИЙ

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ



(473) 233-09-60 • doc@vfcenter.ru • pole62.ru



УДК 636.2.034; 619:636.2.034; 57.087.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-23-28

Разработка мобильного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров

Ю.А. Цой,*д-р техн. наук, чл. - корр. РАН,
гл. науч. сотр.,
femaks@bk***В.Е. Любимов,***канд. биол. наук, доц., инженер,
femaks@bk***Л.Д. Сагинов,***канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
lsaginov@yandex.ru***В.В. Кирсанов,***д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
femaks@bk***М.Е. Головкин,***аспирант,
femaks@bk
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)***Н.П. Мишуров,***канд. техн. наук, первый зам. –
зам. директора по науч. работе,
mischurov@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)*

Аннотация. Описаны принципы создания мобильного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров, блок-схема мобильного комплекса и последовательность операций. Установлены параметры тепловизионной аппаратуры для обнаружения температурных аномалий. Выбраны методы сегментации тепловизионных изображений, гистограммный анализ и новые методы фазопортретного анализа. Определены особенности формирования и обработки тепловизионных изображений для мониторинга воспалительных процессов у животных.

Ключевые слова: тепловизор, аппаратно-программный комплекс, молочная железа, мастит, тепловизионное изображение, сегментация, гистограммный анализ, фазопортретный анализ.

Постановка проблемы

Основными причинами снижения продуктивности и выбраковки коров

являются воспаление молочной железы (мастит) и воспаление суставов конечностей (артриты). Наибольшее распространение и хозяйственно-экономическую проблему представляет скрыто текущая форма воспаления молочной железы – субклинический мастит, которым на сегодняшний день в российских хозяйствах страдает до 20-30 % поголовья коров. Заболевание сопровождается снижением (на 15-20 %) молочной продуктивности, значительным ухудшением качества молока, заболеваемостью потомства и приводит к выбраковке коров [1-4]. Существующие способы диагностики субклинического мастита не позволяют в короткие сроки с достаточной высокой степенью вероятности выявлять заболевших животных. Исследования проб молока занимают много времени и носят неоднозначный характер из-за многопараметрической зависимости показателей [5-7].

Не меньшей проблемой является диагностика заболеваний суставов крупного рогатого скота, которые чаще всего выявляются, когда животное начинает прихрамывать. В таких случаях на 20-30 % снижается удой, лечение является продолжительным и трудным, животных выбраковывают. На сегодняшний день в хозяйствах по производству молока до 30 % поголовья страдает заболеваниями суставов и копыт [8-10].

Поиск и разработка новых, не занимающих много времени методов доклинической диагностики маститов и заболеваний суставов в настоящее время являются актуальными.

Цель исследований – разработка конструктивных решений мобильного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров.

Материалы и методы исследования

Разработка мобильного комплекса необходима для создания базы предварительных данных с целью организации ранней диагностики маститов и заболеваний суставов коров, значительного снижения влияния этих патологий на здоровье и продуктивность животных.

Клинические признаки мастита на фермах наблюдаются не более чем у 5% коров, в 20-50 раз чаще болезнь протекает субклинически (скрыто), и количество больных животных в короткие сроки может значительно увеличиться [1-3, 11]. Применение методов быстрых маститных тестов и проб (кенотест и др.) несколько завышает показатели субклинических маститов лактирующих коров [2-4]. При этом снижение надоев молока варьируется в пределах 40-60%, а потери молока в следующей лактации превышают 5%. Дисфункция молочной железы у коров в 30-50% случаев приводит к заболеваниям органов воспроизводства [5-8, 12].

Проведенные авторами впервые в России исследования по применению методов тепловизионной диагностики мастита у коров с одновременным измерением электропроводности молока и подсчетом соматических клеток [8, 9, 12] показали достаточно высокий уровень корреляции и необходимость более углубленной разработки методики тепловизионной диагностики мастита и болезней конечностей коров.

Анализ динамики воспалительных процессов в тканях молочной железы [6, 7] позволяет сделать вывод, что измерение температуры поверхностей четвертой вымени следует проводить с боковых сторон, так как объективной

оценке изменений температуры кожного покрова нижней части четвертой молочной железы может помешать накапливающийся здесь секрет вымени.

Методы тепловизионной техники пока не получили широкого применения для диагностики субклинических маститов вследствие отсутствия разработанных подходов к измерениям воспалительных изменений в четвертях вымени и методики применения тепловизионной съемки, а также выбора метода оценки распределения температур четвертой вымени.

Аппарат опоры и движения тела в пространстве часто поражается у животных в связи с функциональным напряжением этих органов. Чрезмерная нагрузка, фиксированный размах движения, как правило, являются причиной заболеваний. Частота таких заболеваний у крупного рогатого скота возрастает при нарушении правил содержания животных и обустройства соответствующих помещений. Время нарастания субклинической формы воспалительных процессов в опорно-двигательном аппарате у коров часто составляет 5-7 дней. После этого болезнь переходит в клиническую форму [10]. При этом наблюдается повышение температуры до 39-40 °С, а также снижение удоев и количества потребляемого корма. Основным симптомом, характерным для большинства заболеваний конечностей в клиническом периоде, является хромота [8, 10, 12].

Разработка методов быстрой диагностики по тепловизионным снимкам с одновременной видеосъемкой исследуемого органа позволяет начать немедленное лечение с применением необходимых лекарственных средств, значительно увеличивая количество выздоровевших животных.

Исследовали вымя и опорные суставы тазовой конечности семи молочных коров. Для получения тепловизионных снимков применяли тепловизор фирмы NEC с охлаждаемым многорядным фотоприемником на основе теллурида кадмия-ртути, работающим в режиме временной задержки и накопления. Снимки делали на расстоянии 80-100 см. Питание от

аккумуляторной батареи достаточно для производства 56 снимков и 2 видеороликов. Больные и здоровые коровы находились в спокойном состоянии и реагировали на производство тепловизионных снимков нормально, как на процедуры уборки навоза или действия операторов доения. Предметом исследований явилось определение основных параметров аппаратно-программного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров, для чего был проведен ряд температурных и тепловизионных серий исследований.

Результаты исследований и обсуждение

Для определения влияния процедуры машинного доения на температуру основания сосков были проведены измерения температуры кожного покрова вымени здоровых коров. Доение осуществлялось двухтактными доильными аппаратами «Майга» во время утренней дойки. Измерение температуры кожного покрова вымени пяти коров проводили электронным термометром марки ТПЭМ-1 до и после дойки. Наиболее информативным оказалось измерение температуры около основания сосков вымени. Результаты измерений (для 11 сосков) показаны на рис. 1.

Среднее значение температуры сосков до дойки составило 34 °С, после дойки – 35,2 °С, стандартное

отклонение – соответственно 1,7 и 1,2 °С, мера разброса – 5 и 3,4%. Средняя температура оснований сосков составила 33-36 °С в процессе лактопоза, превышение температуры 37 °С (в том числе полученное тепловизионным методом) дает основание для тщательной проверки этой четверти вымени. Организация теплообмена живого организма представляет собой весьма тонкий и сложный процесс, где в очаге воспаления температура всегда повышается, особенно на начальных стадиях, когда клинические признаки еще не выражены.

Для решения указанной проблемы с применением тепловидения были сделаны снимки распределения температурного поля молочной железы и суставов конечностей коров [8]. На рис. 2 показаны примеры термопрофилей вымени заведомо здорового и больного животных.

Анализ цветовой градации тепловизионных снимков вымени коров показал, что молочная железа коровы имеет более высокие температуры по сравнению с другими частями тела, что обусловлено развитой сетью кровеносных сосудов, артерий и вен, а также высокой напряженностью физиологических процессов в лактирующей железе. Сравнение полученных изображений проводилось при участии специалистов ветеринарной службы молочной фермы «Золотая Нива» с учетом результатов стандартных измерений электропроводности

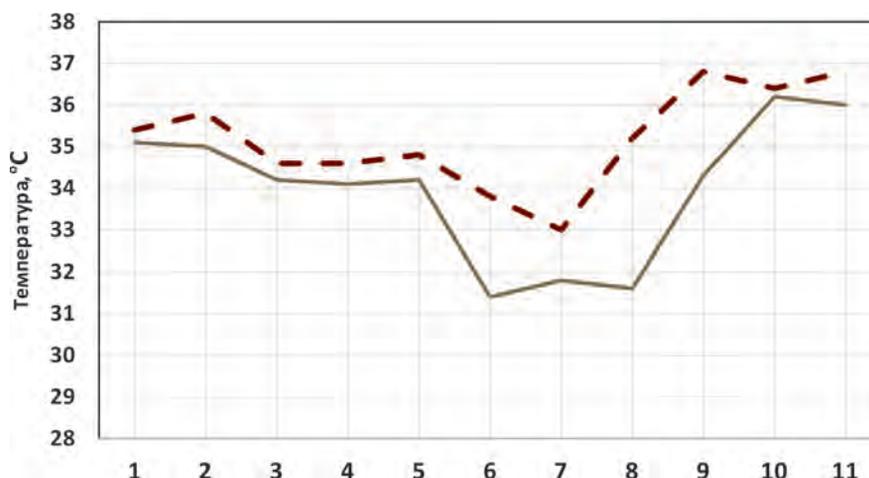


Рис. 1. Изменение температуры сосков до и после дойки:

— температура основания соска до дойки; - - - - - после дойки

взятых проб молока и количества соматических клеток и показало, что тепловизионные методы способны обеспечить принципиальную возможность различать не только здоровую и больную молочные железы, но и делать это по четвертям вымени. Для выбора участков воспалительных процессов эффективны температурные

гистограммы (термограммы) определенных областей тела животных [10]. Очевидно, что эти области должны быть тщательно выбраны, чтобы избежать включения в рассматриваемую картину артефактов, например, области трения вымени о ноги коровы при ходьбе (см. рис. 2). Важно выбрать правильный ракурс для получения

изображения и выделить область, по которой строится гистограмма. Другим фактором, влияющим на нагрев различных областей вымени, может стать температура окружающей среды в зависимости от времени года. Нивелировать эти эффекты поможет регрессионный анализ статистических показателей термограмм в течение года. Другим вариантом ухода от сезонных температурных сдвигов является получение температурных гистограмм отдельно по каждому из четырех сосков с прилегающей областью молочной железы в одной серии измерений непосредственно друг за другом. В этом случае влияние внешней температуры на все соски будет одинаковым. Наличие сдвига гистограммы для одного из сосков в область более высоких температур будет свидетельствовать о возможном воспалении в этой четверти.

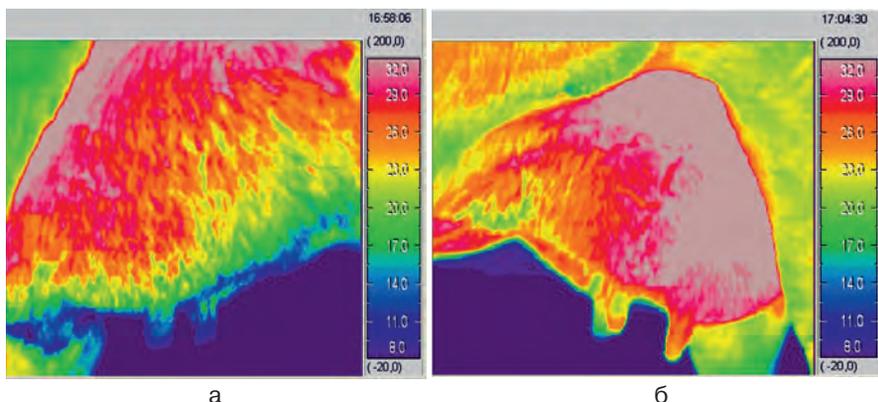


Рис. 2. Термопрофиль правой половины молочной железы здоровой коровы (а) и левой половины молочной железы больной коровы (б)

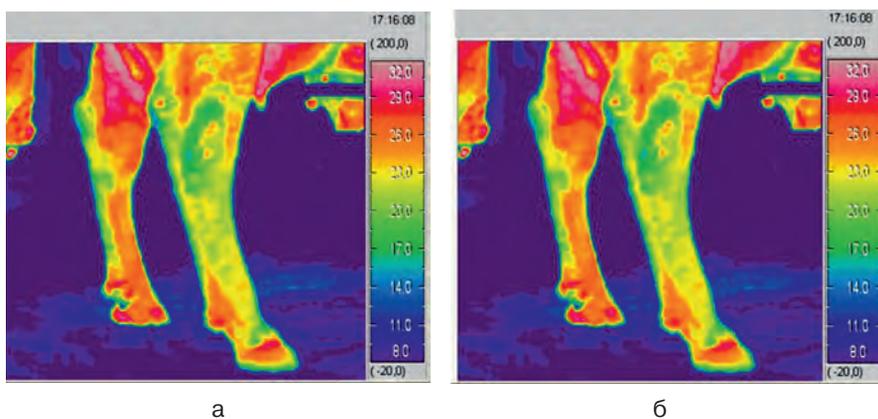


Рис. 3. Тепловая картина задних ног коровы с явно выраженным бурситом правой (а) и с предполагаемым субклиническим воспалением левой (б) ноги

На рис. 3 представлены тепловые картины задних конечностей двух коров. В области венчика копыта задней правой ноги (см. рис. 3а) заметно явное повышение температуры. Эта корова больна бурситом, и заболевание уже перешло в клиническую форму, что можно выявить и без применения технических средств. Визуализация подобного воспаления с помощью тепловизионной техники на начальной стадии болезни позволяет быстро начать лечение животного [8, 12]. Субклиническое воспаление левой ноги (см. рис. 3б) требует немедленного обследования ветеринарного специалиста с последующим лечением.

Анализ тепловых профилей передних суставов конечностей исследуемых животных показал, что их температура варьируется в пределах 17-29 °С, но максимальная температура (25-29 °С) отмечается на отдельных небольших участках в местах контакта сустава с полом стойла при лежании животного, этот фактор должен быть исключен.

По результатам проведенных исследований разработана блок-схема мобильного комплекса для тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний коров (рис. 4).

Блок управления осуществляет синхронное управление работой всех

Рис. 4. Блок-схема мобильного тепловизионного аппаратно-программного комплекса для диагностики заболеваний коров



конструкционных элементов комплекса. Мобильный энергопривод обеспечивает энергетическую поддержку механизированной руки для отвода ноги животного, а также осуществляет энергоснабжение манипулятора, на котором закреплено тепловизионное устройство.

Манипулятор обеспечивает тепловизионную съемку сосков вымени коровы с боков и снизу, а также суставов и копыт животного. Отдельные требования предъявляются к тепловизионной системе и процессам обработки изображений.

Разрабатываемый тепловизионный аппаратно-программный комплекс должен удовлетворять ряду требований. Современные тепловизионные системы неспециального назначения, как правило, работают в длинноволновом инфракрасном спектральном окне 8-14 мкм, куда попадает максимум планковского излучения при окружающих нас температурах. Прежде всего, следует отметить, что температурного разрешения современных тепловизоров (не хуже 0,1 °С), в том числе с фотоприемниками болометрического типа, вполне хватает для решения рассматриваемых задач.

Наиболее востребованным представляется анализ изображений молочной железы. Ее размер в различных ракурсах составляет около 50×40 см². При рабочем расстоянии порядка 0,7 м [13] получаем необходимое поле зрения 40×32°. Для корректного анализа полученной картины необходимо иметь не менее 15-20 разрешаемых пространственных точек на минимальном размере фраг-

мента тепловизионного изображения. Таким фрагментом представляется сосок молочной железы, размер которого составляет приблизительно 2,5 см. При рабочем расстоянии, равном 0,7 м, получим требование на угловое разрешение – не хуже ~ 1,8-2 мрад. Такое разрешение уже требует специального подбора инфракрасной оптики и соответствующей ей матрицы фоточувствительных элементов. Оценка размера матрицы исходя из углового размера поля зрения дает формат 350×280 фоточувствительных элементов. Тепловизионные устройства среднего уровня в настоящее время имеют стандарт 320×240 элементов для болометрической матрицы, подходящий для решения поставленных задач.

Современный тепловизор имеет канал видимого диапазона спектра, что позволяет получать соответствующие фотографии и сравнивать (совмещать) их с аналогичными тепловизионными изображениями. Таким образом, формируется еще один поток дополнительной информации, связанный, например, с одновременным повышением температуры при воспалении и изменением формы сустава животного. Интерфейс связи между тепловизором и системой обработки сигналов должен обеспечивать такой формат представления сигналов изображения, который совместим с требованиями последующей обработки этих сигналов.

Выбор методов микропроцессорной сегментации для гистограммного анализа тепловизионных изображений. Для формирования ги-

стограмм тепловизионных изображений участков тела коровы необходима поддержка метода выделения таких участков. Для этого применяли как ручную визуальную разметку (рис. 5а) областей тепловизионного изображения рамкой, так и автоматическую сегментацию [13-15] локальными точечными или специальными фазо-портретными гистограммами.

На рис. 5б показан фрагмент автоматической сегментации с помощью удаления на исходном тепловизионном изображении пикселей, цветовая гамма которых на гистограмме находится ниже заданного температурного порогового уровня.

На практике, когда необходимо выделять особые области туловища (вымя, суставы или группы мышцы ног животного), целесообразно последовательно использовать оба метода. Пример результата сочетания таких методов (интерактивная сегментация) приведен на рис. 5в.

Развитие метода гистограммного анализа тепловизионных изображений. Классический гистограммный анализ занимает центральное место в анализе полутоновых (серых) изображений. Гистограммный анализ [13-15] применяется для устранения неоднородности сигналов (геометрического шума) массива фоточувствительных элементов матричного фотоприемного устройства при формировании тепловизионных изображений с последующей подстройкой их контрастности и яркости.

Существенным недостатком гистограммного анализа для целей описания пространственной струк-

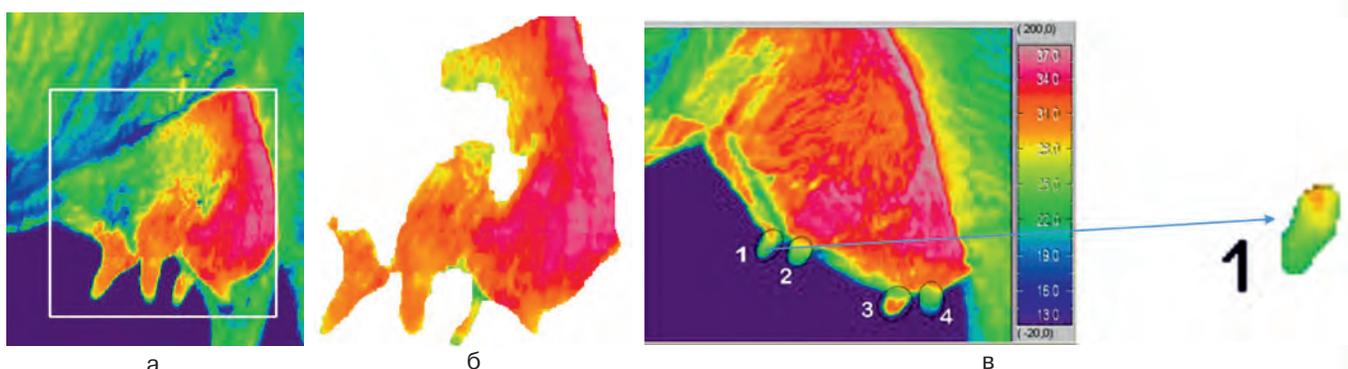


Рис. 5. Сегментация областей:

а – ручная; б – автоматическая; в – интерактивная



туры теплового поля является его вырожденность к изменениям данной структуры. В силу этого одна и та же температурная гистограмма может соответствовать большому количеству различных пространственных структур, наблюдаемых на тепловизионном изображении. Тем самым изменение термопрофиля изображения, вызванное, физиологическими или патологическими изменениями тканей животного, методом традиционного гистограммного анализа обнаружить достаточно сложно, а в ряде случаев невозможно.

Наряду с традиционным гистограммным анализом развивается метод описания сегментированных областей (фрагментов) полутоновых (серых) изображений на основе так называемых фазопортретных статистик изображений. Данные статистики являются специальными двумерными гистограммами, формируемыми по Френелевским образам изображений и описывают признаки пространственной структуры характерных особенностей изображений инвариантные к их трансляционному, масштабному и ориентационному преобразованиям [16-18].

Разработка мобильного тепловизионного аппаратно-программного комплекса для диагностики заболеваний коров основана на использовании механико-конструкционных, оптических (в инфракрасной области спектра) и программно-математических решений достаточно высокого уровня. В условиях распорядка фермы (дойка, выгон и др.) важным является фактор времени, затрачиваемого на измерения. На рис. 6 показаны затраты времени при работе комплекса.

Основу решения поставленной задачи составляет анализ тепловизионных изображений, их «понимание», которое в нашем случае не отличается

от общей проблематики технического зрения. Применение развитых в настоящее время технологий технического зрения для задач ранней диагностики заболеваний животных по их тепловизионным изображениям имеет определенные особенности, связанные с характером самих тепловизионных изображений выделяемых и рассматриваемых областей тела животного. Состав данных изображений не имеет каких-либо четких форм, а носит случайный статистический характер. Поэтому наряду с вопросами качества формируемых тепловизионных изображений (их динамический диапазон, четкость, разрешение, емкость) главным является их информативное статистическое описание, которое в дальнейшем может быть связано с физиологическими и патологическими признаками состояния здоровья животных. Традиционный гистограммный анализ позволяет оценивать лишь количество микроучастков наблюдаемых областей тела животного, имеющих ту или иную температуру, но характер взаимного распределения этих микроучастков не описывает. Это распределение зависит от физиологических и патологических особенностей конкретного животного, например течки, расположения сосудов, индивидуальных особенностей строения, периода лактации. Поэтому для каждого животного необходимо сформировать его индивидуальный тепловизионный портрет (совокупность характерных признаков температурного поля в целом), который в дальнейшем может быть автоматически связан через экспертную систему, нейронную сеть или комплексные интеллектуальные решения с признаками состояния здоровья, полученными другими методами при оценках зооветеринарных специалистов. Кроме того, такой об-

раз не является статичным, а может изменяться со временем, например с изменением возраста животного, его разных физиологических и патологических состояний, процесса лечения. В связи с этим разработан подход к усовершенствованию традиционного гистограммного анализа тепловизионных изображений, позволяющий дополнить его созданием индивидуальных тепловизионных образов. Именно при наличии таких образов станет возможным переход от чисто технических и информационных задач тепловидения к задачам собственно мониторинга. Для этого разрабатываются необходимые специализированные аппаратно-программные средства на базе предложенных выше решений. Тепловизор марки Testo 885-2, работающий в длинноволновом инфракрасном спектральном окне 8-14 мкм, куда попадает максимум планковского излучения при окружающих нас температурах, способен делать больше снимков и видеосъемок в более длительном временном диапазоне и имеет разрешение лучше 0,1К.

Выводы

1. Разрабатываемый диагностический тепловизионный аппаратно-программный комплекс для мобильного применения в условиях молочно-товарных ферм необходим для быстрой ранней диагностики скрытых воспалительных процессов в организме дойных коров, обеспечивает немедленное начало лечебных мероприятий, что значительно для оздоровления стада и продления продуктивного долголетия дойных коров.

2. Проведенные исследования по созданию программно-математического обеспечения для анализа и обработки тепловизионных изображений, традиционного гистограммного анализа и нового метода фазопортретного анализа изображений позволяет значительно развить информационно-техническую базу для формирования изображений пораженных участков тела животных и создания образца тепловизионного

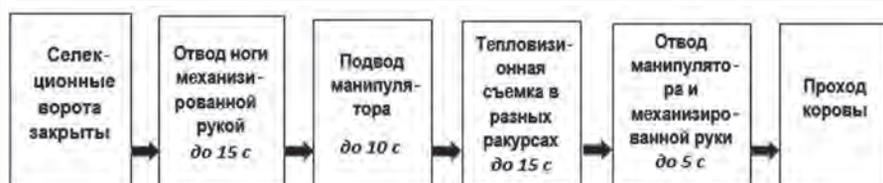


Рис. 6. Временная последовательность действий при работе мобильного тепловизионного аппаратно-программного комплекса

аппаратно-программного комплекса для мониторинга воспалительных процессов субклинических форм в молочной железе и в опорных суставах конечностей коров.

Список

использованных источников

1. Ветеринарное акушерство и гинекология / В.А. Акатов [и др.]. Л.: Колос, 1977. 656 с.
2. **Иванов М.Д.** Забота о вымени – бережный уход // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 32.
3. **Вольтер В.** Сосчитаем по клеткам // Новое сельское хозяйство. 2017. № 1. С. 72-73.
4. Диагностика и нетрадиционные методы лечения субклинического мастита коров / Б.Л. Белкин [и др.] // Главный зоотехник. 2010. № 5. С. 47-57.
5. **Василенко Т.Ф., Монгалев Н.П., Чувьюрова Н.И.** Физиология эстральной цикличности в репродуктивной функции коров: монография. Екатеринбург, 2011. 176 с.
6. **Barnouin J., Chassagne M.** Predictive variables for the occurrence of early clinical mastitis in primiparous Holstein cows under field conditions in France // The Canadian Veterinary Journal. 2001. Т. 42. № 1. С. 47.
7. **Любимов В.Е.** Лактация и физиологические основы машинного доения коров М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2008. 55 с.
8. Предварительные результаты и перспективы компьютерной тепловизионной ранней бесконтактной диагностики маститов и заболеваний суставов у коров / Ю.А. Цой [и др.] // Тр. 14 Междунар. симп.

по машинному доению с.-х. животных. Углич, 2008. С. 385-392.

9. **Pasternak A.N., Skliarov P.M., Zhigalova O.Y.** Thermographic diagnosis of mastitis and its control at the microscopic level. Scientific Messenger LNUVMB, 2017. № 19 (82), 159-165.

10. Частная ветеринарная хирургия. Под ред. К.И. Шакалова. 2-е изд. Л.: Колос, 1981. 464 с.

11. **Дойтц А., Обритхаузер В.** Здоровье вымени и качество молока. Киев: Аграр Медиен Украина, 2010. 174 с.

12. Механизированная установка для бесконтактной тепловизионной видеоцифровой диагностики заболеваний животных: пат. 2668674 Рос. Федерация: МПК А 01 К 11/00, А 01 К 29/00 / Любимов В.Е., Цой Ю.А., Измайлов А.Ю., Сагинов Л.Д., Кирсанов В.В., Соловьев С.А.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. № 2017137131; заявл. 23.10.2017; опубл. 02.10.2018, Бюл. № 28, 9 с.

13. **Головкин М.Е., Краснов А.Е.** Методы выделения инвариантных признаков изображений // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 4. С. 209-212.

14. **Чочиа П.А.** Сегментация изображений на основе анализа расстояний в пространстве признаков // Автометрия. 2014. Т. 50. № 6. С. 97-110.

15. **Ханьков И.Г.** Классификация алгоритмов сегментации изображений // Известия вузов. Приборостроение, 2018. Т. 61. № 11. С. 978-987.

16. Алгоритмы цифровой обработки тепловизионных изображений в реальном времени на базе сигнальных процессо-

ров «Мультитор» / К.О. Болтарь [и др.] // Успехи прикладной физики, 2013. Т. 1. № 1. С. 75-81.

17. **Краснов А.Е., Компанец И.Н.** Новый метод анализа образов на основе статистик их фазовых портретов // Радиотехника. 2000. № 1. С. 55-60.

18. **Головкин М.Е., Краснов А.Е.** Методы выделения инвариантных признаков изображений // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 4. С. 209-212.

Development of a Mobile Integrated System for Thermal Imaging Video-digital Diagnostics of Cow Diseases

Yu.A. Tsoi, V.E. Lyubimov, L.D. Saginov, V.V. Kirsanov, M.E. Golovkin

(VIM)

N.P. Mishurov

(Rosinformagrotekh)

Summary. The principles of creating a mobile integrated system for thermal imaging video-digital diagnostics of cow diseases, a block diagram of a mobile integrated system and a sequence of operations are described. The parameters of thermal imaging equipment for detecting temperature anomalies have been determined. Methods of segmentation of thermal images, histogram analysis and new methods of phase portrait analysis are selected. The features of the formation and processing of thermal images for monitoring inflammatory processes in animals have been determined.

Keywords: thermal imager, hardware and software, mammary gland, mastitis, thermal imaging, segmentation, histogram analysis, phase portrait analysis.



УДК 631.86

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-29-31

Результаты исследований процесса обработки навоза крупного рогатого скота в аппаратах вихревого слоя

П.И. Гриднев,*д-р техн. наук, зам. директора,
orkb00@mail.ru***Т.Т. Гриднева,***канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
vniimzh213@mail.ru**(ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Представлены результаты исследований процесса обработки навоза КРС в аппаратах вихревого слоя. Установлено, что в данных аппаратах можно обрабатывать навоз влажностью более 93% и содержанием частиц размером менее 7 мм. С увеличением влажности навоза с 93 до 96% энергоёмкость процесса диспергирования уменьшается с 0,7 до 0,53 Квт·ч/т, производительность увеличивается до 22 т/ч, масса загружаемых в аппарат ферромагнитных элементов должна быть в диапазоне 285-400 г.

Ключевые слова: аппарат вихревого слоя, обработка навоза, энергоёмкость процесса диспергирования, аппарат ферромагнитных элементов, навоз.

Постановка проблемы

В последние годы в России, как и во всём мире, резко возросли требования к системам утилизации навоза: по выбросам парниковых газов в атмосферу, загрязнению поверхностных и грунтовых вод, сохранению плодородия почв и т.д. [1-5]. В сложившейся ситуации необходимо создание принципиально новых технологий подготовки навоза к использованию, обеспечивающих сокращение затрат на строительство сооружений и приобретение технических средств, эксплуатационных затрат, надёжное обеззараживание навоза от гельминтов и болезнетворных микроорганизмов. Одним из возможных путей решения данной проблемы может быть создание технологии на основе обработки

навоза в аппаратах вихревого слоя (АВС) [5-7].

Обработка навоза в АВС позволяет добиться тщательной гомогенизации за счет разрушения и измельчения включений, содержащихся в исходном навозе. В последующем обработанный навоз не расслаивается, появляется возможность использования хранилищ с пленочным покрытием, транспортировки навоза по трубам к местам использования. Кроме того, обеспечивается гарантированное обеззараживание его от гельминтов и болезнетворных микроорганизмов. Эффективность обработки навоза в аппаратах вихревого слоя зависит от большого количества изменяющихся факторов, и известных на сегодняшний день закономерностей для проектирования подобных технологий недостаточно [4, 8-11].

Цель исследований – оценка влияния влажности исходного навоза и его гранулометрического состава, количества ферромагнитных элементов на закономерности изменения эффективности диспергирования, энергоёмкости и производительности процесса.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на аппарате АВС-150, диаметр рабочей камеры – 136 мм, внутренний диаметр расточки индуктора – 150 мм, влажность обрабатываемого навоза КРС – 93-96%. Производительность установки определяли по времени выгрузки требуемого объема исходного навоза из приемного резервуара. Влажность исходного навоза определяли по ГОСТ 26713-85, потребляемую электроприводами мощность – в соответствии с ГОСТ 9999-94 (МЭК 258-68),

гранулометрический состав навоза – ситовым методом в соответствии с ГОСТ 12536-79. Обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и регрессионного анализа.

Результаты исследований и обсуждение

Анализ литературных источников [1, 5-7, 10] и результаты предварительных исследований показали, что эффективность работы аппаратов вихревого слоя в значительной мере зависит от скорости подачи обрабатываемого материала, количества и геометрических размеров ферромагнитных элементов, загруженных в рабочую камеру аппарата. При превышении критической массы ферромагнитных элементов происходит нарушение технологического процесса. Результаты экспериментальных исследований по определению эффективности диспергирования навоза крупного рогатого скота при обработке в аппаратах вихревого слоя представлены в таблице.

Анализ полученных данных показывает, что наиболее целесообразно подвергать обработке в аппаратах вихревого слоя навоз влажностью более 93%. После обработки размер частиц навоза составляет не более 3 мм при условии, что в исходном навозе их размер не превышал 7 мм. При этом максимальная производительность обработки составит не более 15 т/ч. В процессе обработки навоза в аппаратах вихревого слоя происходит увеличение частиц размером менее 1мм. Максимального значения данный показатель достигает при обработке навоза влажностью 96% с производительностью до 15 т/ч.

Результаты экспериментальных исследований по определению эффективности диспергирования навоза крупного рогатого скота при обработке в аппаратах вихревого слоя

| № п/п | Влажность исходного навоза, % | Производительность, т/ч | Фракционный состав, %, по размеру частиц | | | | | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------|--|--------|--------|--------|----------|-------------|---------------|
| | | | 5-7 мм | 3-5 мм | 2-3 мм | 1-2 мм | 0,5-1 мм | 0,25-0,5 мм | менее 0,25 мм |
| 1 | 93 | 0 | 4,3 | 6,3 | 4,1 | 13,8 | 14,2 | 6,7 | 50,6 |
| 2 | | 1 | - | - | 3,5 | 10,7 | 18,4 | 12,9 | 54,4 |
| 3 | | 2 | - | - | 3,3 | 10,9 | 18,2 | 12,9 | 54,7 |
| 4 | | 3 | - | 0,2 | 5 | 14,3 | 18 | 11,8 | 50,7 |
| 5 | 94 | 0 | 0,1 | 1,4 | 1,1 | 5,3 | 9,2 | 6,7 | 76,2 |
| 6 | | 3 | - | - | 0,8 | 4,2 | 8,3 | 9,6 | 77,1 |
| 7 | | 4 | - | - | 0,6 | 3,9 | 8,7 | 9,5 | 77,3 |
| 8 | | 5 | - | - | 1,1 | 4,4 | 9 | 9,4 | 76,1 |
| 9 | 95 | 0 | 0,1 | 1,3 | 3 | 6,7 | 7,3 | 7,4 | 74,2 |
| 10 | | 5 | - | - | 0,5 | 4,6 | 9,6 | 10,2 | 75 |
| 11 | | 7 | - | - | 0,4 | 4,3 | 9,9 | 9,5 | 75,9 |
| 12 | | 9 | - | - | 0,5 | 4,2 | 9,8 | 9,2 | 76,3 |
| 13 | | 11 | - | - | 0,9 | 6,3 | 7,8 | 9,2 | 75,2 |
| 14 | 96 | 0 | 0,1 | 2 | 2 | 4,2 | 8,4 | 8 | 75,8 |
| 15 | | 10 | - | - | 0,7 | 4,1 | 8 | 11,1 | 76,1 |
| 16 | | 15 | - | - | 0,5 | 3,8 | 7,8 | 10,9 | 77 |
| 17 | | 20 | - | 0,1 | 0,5 | 3,6 | 9 | 10,6 | 76,2 |
| 18 | | 22 | - | 0,1 | 1,1 | 3,7 | 10 | 10,2 | 74,9 |

Рис. 1. Влияние влажности обрабатываемого навоза на производительность и энергоёмкость процесса диспергирования (масса ферромагнитных элементов – 350 г, их диаметр – 1,6 мм, соотношение 1/d=16):
1 – производительность;
2 – энергоёмкость

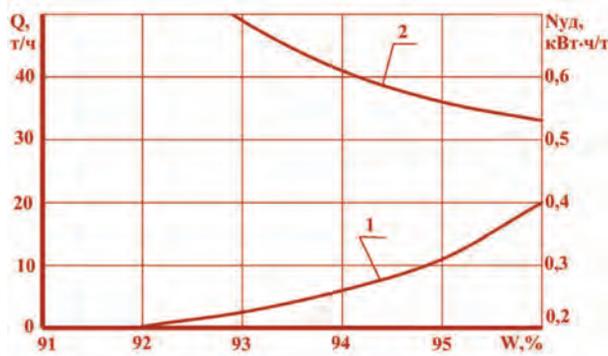
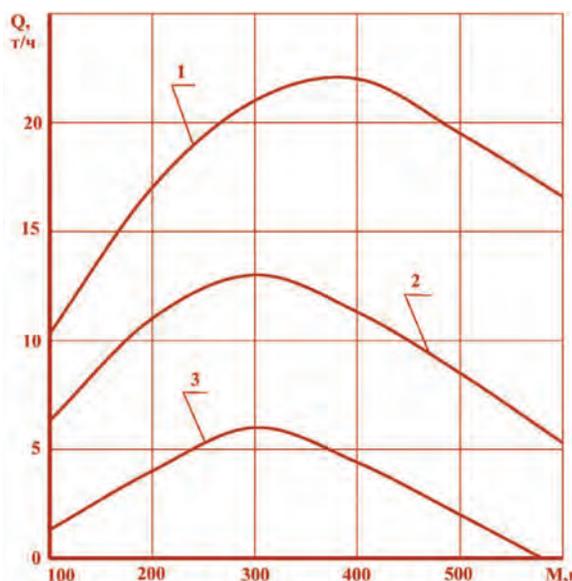


Рис. 2. Влияние массы ферромагнитных элементов на производительность обработки навоза в аппаратах вихревого слоя (диаметр ферромагнитных элементов – 1,6 мм, соотношение 1/d=16):
1 – W = 96%;
2 – W = 95%;
3 – W = 94%



В этом случае содержание частиц размером менее 1 мм в обработанном навозе составит 95,7%, частицы размером более 3 мм отсутствуют.

Экспериментальные данные по определению влияния влажности обрабатываемого навоза на производительность и энергоёмкость процесса диспергирования в аппаратах вихревого слоя представлены на рис. 1.

С достаточной степенью точности производительность и энергоёмкость процесса диспергирования навоза в зависимости от его исходной влажности могут быть определены по следующим эмпирическим зависимостям:

- производительность диспергирования на аппаратах вихревого слоя, т/ч:

$$Q_{ABC} = 0,92857W^2 - 169,671W + 7750,6; \quad (1)$$

- энергоёмкость диспергирования на аппаратах вихревого слоя:

$$N_{ABC} = 0,0125W^2 - 2,4155W + 117,218. \quad (2)$$

Эффективность процесса диспергирования навоза при обработке в аппаратах вихревого слоя в значительной мере зависит от массы ферромагнитных элементов, загружаемых в рабочую зону аппарата, их геометрических размеров и соотношения диаметра и длины.

При диаметре ферромагнитных элементов 1,6 мм и соотношении 1/d = 16 наибольшая производительность обработки в ABC достигается при влажности исходного навоза 96% и массе загруженных ферромагнитных элементов 350 г. С уменьшением влажности до 94% производительность уменьшается до 6,5 т/ч и достигается при загрузке ферромагнитных элементов массой 285 г (рис. 2).

Производительность диспергирования определялась при условии одинакового содержания в обработанном навозе частиц размером менее 1 мм.

На основе результатов экспериментальных исследований предложены эмпирические зависимости для определения производительности диспергирования навоза при обработке в ABC в зависимости от количества ферромагнитных элементов, загружаемых в рабочую зону аппарата:

• при влажности исходного навоза $W_1 = 96\%$:

$$Q_1 = 1,30366 \cdot 10^{-7} M^3 - 0,000252 M^2 + 0,135821 M - 1,26633; \quad (3)$$

• при влажности исходного навоза $W_2 = 95\%$:

$$Q_2 = 1,26485 \cdot 10^{-7} M^3 - 0,0002362 M^2 + 0,108108 M - 2,28132; \quad (4)$$

• при влажности исходного навоза $W_3 = 94\%$:

$$Q_3 = 1,2226 \cdot 10^{-7} M^3 - 0,0001922 M^2 + 0,078415 M - 4,29086. \quad (5)$$

Выводы

1. В аппаратах вихревого слоя с целью диспергирования допустимо обрабатывать навоз крупного рогатого скота влажностью более 93% с содержанием частиц размером менее 7 мм. Производительность и энергоемкость процесса диспергирования навоза в АВС зависит от влажности исходного навоза, геометрических размеров и массы ферромагнитных элементов, загружаемых в рабочую камеру аппарата. Рациональные режимы диспергирования навоза КРС влажностью 93-96% наблюдаются при условии, что масса ферромагнитных элементов, загружаемых в рабочую зону, составляет 285-400 г, их диаметр – 1,6 мм, отношение длины к диаметру – 16.

2. По результатам экспериментальных исследований предложен ряд эмпирических зависимостей для определения производительности и энергоемкости диспергирования навоза крупного рогатого скота в аппаратах вихревого слоя, которые могут быть использованы при проектировании линии подготовки навоза к использованию.

Список

использованных источников

1. **Вершинин Н.П., Вершинин И.Н.** Проблемы нейтрализации негативного воздействия человека на природу Земли (Технологии и промышленные аппараты с нетрадиционным энергетическим обеспечением). Вопросы теории и практики. Сальск-Москва: ООО «Передовые технологии XXI века», 2012. С. 445.

2. **Ковалев Н.Г., Гриднев П.И., Гринёв Т.Т.** Научное обеспечение развития экологически безопасных систем утилизации навоза // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1. С. 62-69.

3. **Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Спотару Ю.Ю.** Ресурсосберегающие экологически безопасные системы утилизации навоза // LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 97 с.

4. **Вершинин Н.П., Вершинин И.Н.** Аппараты с вращающимся электромагнитным полем. Установки активации процессов. Вопросы теории и практики. Сальск-Москва: ООО «Передовые технологии XXI века», 2007. 368 с.

5. **Гриднев П.И., Гриднева Т.Т.** Особенности рекомендуемых в систему машин технологий производства органических удобрений // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. № 5. 1994. С. 48-53.

6. **Логвиненко Д.Д., Шеляков О.П.** Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем. Киев: Техника, 1976. 142 с.

7. **Адошев А.И.** Ферровихревой аппарат для обеззараживания жидкого свиного навоза: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ставрополь, 2011. 32 с.

8. Эффективность применения аппаратов вихревого слоя в процессах измельчения порошковых материалов / В.А. Войтович [и др.] // Новые огнеупоры. 2017. № 10. С. 48-53.

9. **Филонов И.А.** Механическая активация портландцемента в аппарате вихревого слоя // Инженерный Вестник Дона. 2012. № 3. С. 678-681.

10. **Мищенко М.В., Буков М.М., Гришаев М.Е.** Активизация технологических процессов обработки материалов в аппаратах с вращающимся электромагнитным полем // Фундаментальные исследования. 2015. №2 (часть 16). С. 3508-3512.

11. **Трачук А.В.** Исследование и разработка вихревых аппаратов с вращающимся многофазным слоем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Новосибирск, 2009. 32 с.

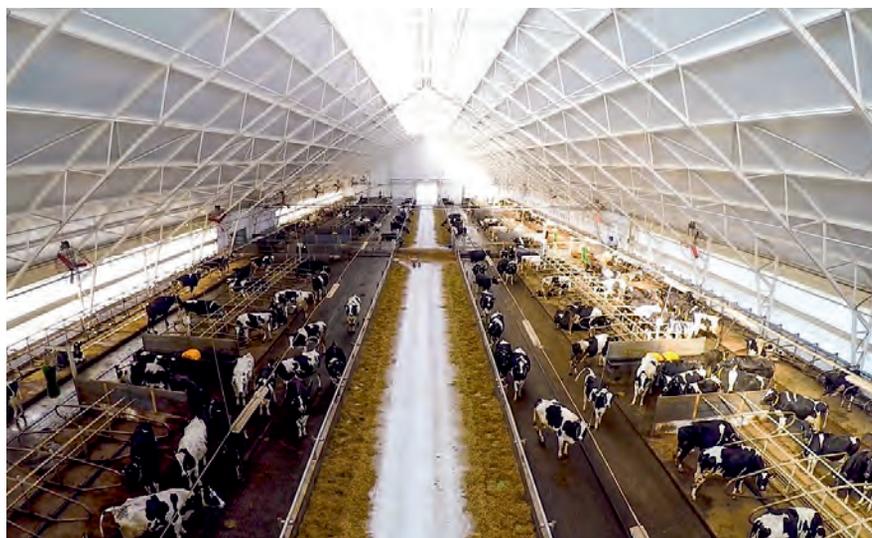
Results of Researching the Process of Treatment of Cattle Manure in a Vortex Layer Apparatus

P.I. Gridnev, T.T. Gridneva

(Institute of Livestock Mechanization, a branch of VIM)

Summary. The results of studies of the of cattle manure treatment in the vortex layer apparatus are presented. It has been found that these devices can treat manure having a moisture content of more than 93% and a particle content of maximum 7 mm in size. With an increase in the moisture content of manure from 93% to 96%, the energy intensity of the dispersion process decreases from 0.7 kWh / t to 0.53 kWh / t, the productivity increases to 22 t / h, and the weight of ferromagnetic elements loaded into the apparatus should be in the range of 285 g to 400 g.

Keywords: vortex layer apparatus, manure treatment, energy consumption of the dispersion process, weight of ferromagnetic elements to be loaded into the apparatus, manure.



УДК 631.348.8: 621.318.373

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-32-35

Биофизика и экспериментальный поиск ингибирующих гармоник магнитообеззараживающего оборудования

А.И. Пахомов,

д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
alivPx@mail.ru
(ФГБНУ «Аграрный научный
центр «Донской»)

Аннотация. Обосновано обеззараживающее действие высших гармоник магнитного поля, показана их связь с параметрами оборудования. С помощью анализа спектрограмм и лабораторного эксперимента установлены ингибирующие 23, 25, 30-я гармоники, присутствие которых в спектре двухполюсного электромагнита обеспечивает высокий обеззараживающий эффект. Доказана необходимость сосредоточения спектра магнитообеззараживающего оборудования на частотах указанных гармоник для повышения эффективности метода.

Ключевые слова: гидратированный ион, резонанс, спектр, гармоника, обеззараживающий эффект.

Постановка проблемы

Для сохранения природных свойств агроэкосистем, получения качественной, без микробных и химических заражений продукции растениеводства современному сельскому хозяйству нужны экологически чистые, «зеленые» технологии [1]. Базой для их создания могут служить электрофизические воздействия на основе электромагнитной энергии.

На сегодняшний день известны СВЧ-, УФ-, лазерные и другие виды обеззараживающей обработки, однако они не находят широкого применения из-за ряда серьезных недостатков: не удается добиться стабильного и высокого обеззараживающего эффекта; низкая для реальных технологических потоков АПК производительность; высокие удельные энергозатраты; оборудование отли-

чается сложностью и дороговизной; активные излучения небезопасны для персонала. Степень проявления этих и других недостатков различна, что во многом зависит от физических особенностей выбранного диапазона электромагнитной энергии. В целом можно констатировать, что высокоэффективный метод нехимического обеззараживания зерна, семян, растений пока не найден.

Создание такого метода – наукоемкая задача, требующая углубленного изучения активного поля и понимания механизма его биологического влияния на микроорганизмы. Новые знания, полученные в ходе подобных НИР, позволят уйти от «слепого» перебора вариантов и создать реальную альтернативу ядохимикатам первого и второго классов опасности.

По такому пути разрабатывается метод обеззараживания зерна низкочастотным магнитным полем (НМП) [2-6]. Согласно многокритериальной оценке [2], он превосходит СВЧ-, УФ- и химическое обеззараживание по интегральному критерию F , а значит, весьма перспективен для «зеленых» агротехнологий. В настоящий момент определены его рациональные параметры [3, 4], но вместе с тем выявлен некий скрытый фактор, не поддающийся прямым измерениям, критично влияющий на результаты обеззараживания. Речь идет о факторе оборудования – зависимости обеззараживающего эффекта от технических средств [5].

Оборудование НМП включает в себя два основных устройства: многополюсный электромагнит и преобразователь частоты (ПЧ) [6]. Оба устройства нелинейные, генерирующие несинусоидальное магнитное поле с богатым гармоническим спектром.

Электромагнит создает относительно низкочастотные гармоники, ПЧ – высокочастотные, включающие в себя частоту модуляции и ее высшие гармонические составляющие [5]. Состав гармоник может быть разным при одной и той же основной частоте (первой гармонике), что вытекает из рядов Фурье. При этом спектральные отличия невидимы для частотомеров и тесламетров.

С биологической точки зрения спектр гармоник эквивалентен действию на биоматериал разночастотных электромагнитных колебаний. Некоторые из них обладают биологической активностью – способностью подавлять клеточный метаболизм грибов и бактерий. Биофизический механизм подобного действия будет рассмотрен ниже, но сам факт существования гармоник с обеззараживающими свойствами вытекает из экспериментальной практики и служит единственным логическим объяснением фактора оборудования [5].

Исходя из изложенного важной практической задачей и предметом настоящего исследования являются теоретическое обоснование ингибирующего действия гармоник, их связь с параметрами оборудования и обеззараживающим эффектом. В перспективе это позволит сосредоточить спектр активного воздействия в нужной области и повысить тем самым обеззараживающий эффект и другие показатели метода, входящие в оценку по интегральному критерию F .

Цель исследований – повышение эффективности магнитного обеззараживания зерна путем сравнительного анализа гармонического спектра оборудования и нахождения в его составе гармоник с ингибирующими свойствами.

Материалы и методы исследования

Исследования базировались на элементах биофизики, анализе ингибирующих гармоник магнитообеззараживающего оборудования, а также применении компьютерных программ измерений и обработки данных.

Для поиска конкретных значений гармоник с обеззараживающими свойствами разработана специальная методика, состоящая из двух этапов. На первом этапе производится снятие спектрограмм магнитообеззараживающего оборудования. С этой целью применена лабораторная установка [3], дополненная необходимыми измерительными цепями и оборудованием (рис. 1).

Обмотки многополюсного электромагнита питаются от преобразователя частоты VFD075E43A фирмы DELTA Electronics с амплитудно-частотным регулированием. Электромагнит показан в поперечном разрезе для иллюстрации установки датчика Холла, который закреплен в зазоре статор-сердечника. Тип датчика – SS49E, питание – от отдельного источника (на схеме не показан). Также предусмотрен блок реостатов для подстройки тока в обмотках и, соответственно, магнитной индукции в рабочем зазоре.

В процессе измерений сигнал от датчика Холла поступает на АЦП, где преобразуется в цифровой и далее

обрабатывается программным спектроанализатором. При невысокой частоте исследуемых гармоник в качестве АЦП достаточно использовать звуковую карту ПК, которая работает на частоте дискретизации 48 кГц и имеет уровень собственных шумов 100 дБ. Программный софт – пакет OscilloMeter на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Второй этап экспериментальных исследований заключался в оценке влияния найденных гармоник на процесс обеззараживания. С этой целью проведены опыты с зерном пшеницы на лабораторной установке (см. рис. 1). Параметры НМП указаны выше, выходной функцией служила общая зараженность материала грибками и бактериями, по данным фитосанитарного анализа в соответствии с ГОСТ 12044-93, а также обеззараживающий эффект как разность между контролем и пробой.

Результаты исследований и обсуждение

По авторской гипотезе [5], биологическая активность гармоник обусловлена их влиянием на гидратированные ионы клеточных сред. Общая структура гидратированного иона показана на рис. 2.

Центральный ион, положительно или отрицательно заряженный (на рис. 2 – катион), окружен молекулами воды в виде одной или нескольких

гидратных сфер. Физически подобная структура представляет собой многомерную колебательную систему. При нежестких (электрических) связях в системе ее можно рассматривать как систему слабосвязанных осцилляторов с одинаковыми парциальными частотами, резонансные максимумы которых сливаются с образованием единого максимума [7].

Находясь в жидкой клеточной среде, система по рис. 1 способна осциллировать на собственной частоте, если на нее действует внешняя периодическая сила. В роли такой силы выступают высшие гармоники НМП. При их определенной частоте (порядке) они вызывают высокоамплитудные резонансные колебания гидратированных ионов, что приводит к отрыву слабосвязанных молекул воды.

Данный физический процесс сопровождается критичными биологическими последствиями. Ион с разрушенной гидратной оболочкой неестественен для клетки и перестает распознаваться селективными мембранными каналами. Соответственно, он не может быть доставлен внутрь или вне клетки по назначению. Если проосциллировали, например, ионы K^+ , Na^+ , их непрерывный обмен через клеточную мембрану прекращается, что деструктивно для клеточного метаболизма. Кроме того, указанные ионы участвуют в формировании мембранного потенциала, который также

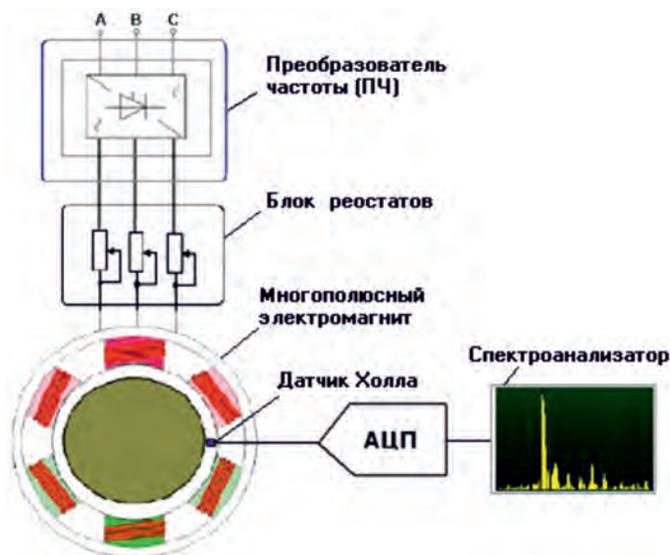


Рис. 1. Установка для спектральных измерений

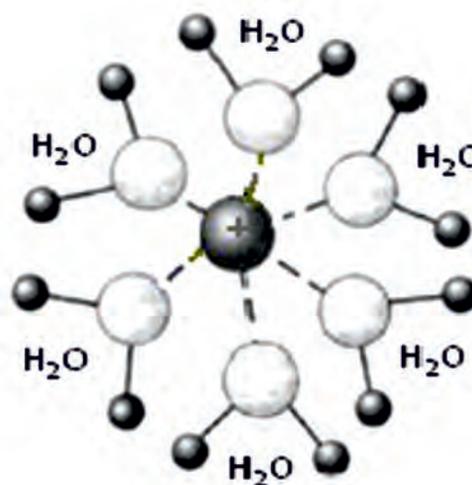


Рис. 2. Гидратированный ион (первая гидратная сфера)

искажается, «запрещая» тем самым транспорт других ионов. В результате инактивируется трансмембранный перенос – базовый механизм существования клетки, в «замкнутой» клетке нарастает оксидантный стресс, ведущий к необратимым патологиям и гибели живого клеточного организма.

Очевидно, что первичным условием для запуска рассмотренных процессов является соответствие возбуждающих частот собственным частотам гидратированных ионов. О последних ориентировочно можно судить по работе [8], где приведены экспериментальные резонансные частоты ионов калия, натрия, хлора. Они составляют единицы килогерц и находятся в сильной зависимости от концентрации в растворах. С уменьшением концентрации указанные частоты снижаются, а значит, для клеточных сред с меньшими концентрациями и большей вязкостью, чем в искусственных химрастворах [8], гидратированные ионы будут иметь собственные частоты менее 1 кГц. Именно в этой области излучаются зубцовые гармоники многополюсного электромагнита [5].

Таким образом, необходимое частотно-диапазонное соответствие присутствует, а значит, рассмотренный биофизический механизм ингибирования принципиально возможен. На практике это означает, что без СВЧ и других, еще более высокочастотных излучений, сложных в реализации и небезопасных для человека, достигается искомый эффект стерилизации.

В качестве экспериментальных объектов выбраны два электромагнита: двух- и четырехполюсный на базе статоров асинхронных двигателей АИР100L2 и 5АИ100S4. Разный импеданс устройств компенсируется реостатами при задании тока, частота устанавливается ПЧ. Параметры поля постоянны и соответствуют рациональным, по результатам предыдущих НИР: основная частота – 20 Гц, магнитная индукция – 100 мТл, частота модуляции ПЧ – 8 кГц [3, 4]. При этих параметрах получены спектрограммы, представленные на рис. 3. Для удобства сравнительного анализа они расположены вертикально с точным совмещением частотной сетки.

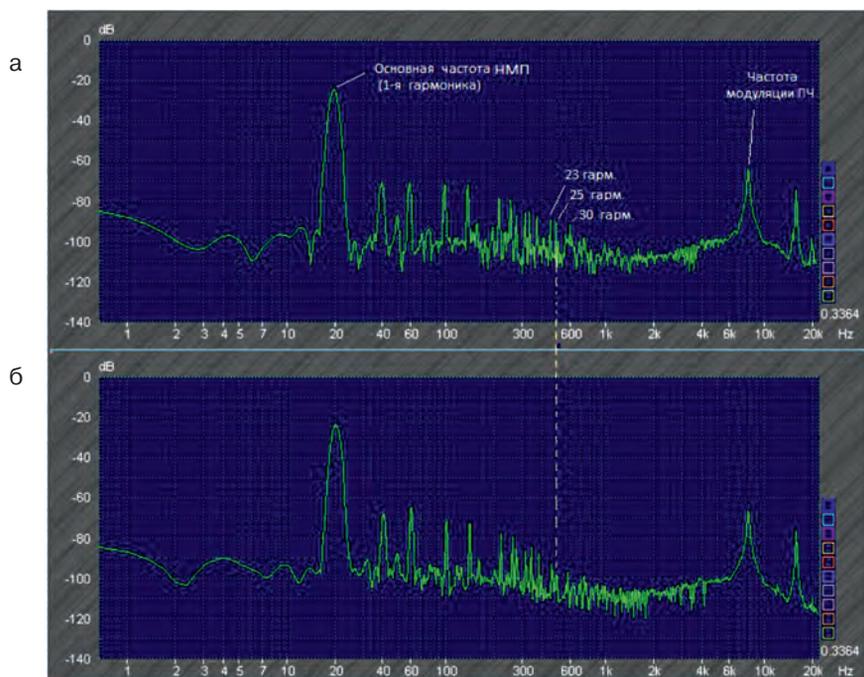


Рис. 3. Спектрограммы двух- (а) и четырехполюсного (б) электромагнитов

Как видно из рис. 3, гармонический спектр во многом одинаков, вплоть до частоты 400 Гц. Пики спектрограмм представляют собой 2, 3, 5-ю и т.д. гармоники основной частоты 20 Гц, при этом они идентичны по частоте, незначительно отличаясь по амплитуде в пределах погрешности метода БПФ.

Значимые отличия обнаруживаются в области 400-600 Гц. Здесь для двухполюсного электромагнита присутствуют 23, 25 и 30-я гармоники (см. рис. 3а), которые отсутствуют для четырехполюсного (см. рис. 3б). Визуально это проявляется в том, что в первом случае указанные гармоники превышают уровень шума на 10-12 дБ, во втором – находятся на уровне шума, т.е. фактически не обнаруживаются.

Ранее в работе [5] был выполнен расчет, показавший, что двухполюсный асинхронный двигатель (АД) генерирует 23, 25-ю зубцовые гармоники. Для четырех-, шести-, восьмиполюсных машин с другим числом пазов на полюс характерны гармоники более низких порядков. Соответственно, двухполюсный электромагнит со статором, ничем не отличающимся от статора базового АД,

должен генерировать 23, 25-ю гармоники, что и наблюдается на практике (см. рис. 3а). Для четырехполюсного устройства эти гармоники отсутствуют, поскольку он продуцирует более низкие 17 и 19-ю гармоники [5]. Таким образом, теория совпадает с практикой. Что касается 30-й гармоники (см. рис. 3а), ее возникновение можно объяснить конструктивными отличиями электромагнита от базового АД в части сердечника-ротора [6].

Область спектрограмм от 600 Гц до 8 кГц практически свободна от гармоник (кривая проходит ниже уровня шума – 100 дБ). Спектр ПЧ четко виден как частота модуляции 8 кГц и ее высшие гармоники (см. рис. 3). Поскольку модель ПЧ и параметр ЧМ в ходе опытов не менялись, существенных отличий в этой части спектра не наблюдается.

Подводя итог первого этапа исследований, следует еще раз отметить, что при множестве гармоник НМП на роль биологически активных с ингибирующими свойствами претендуют только 23, 25, 30-я из спектра двухполюсного электромагнита. Небольшой уровень этих гармоник по сравнению с первой (см. рис. 3а) не должен вводить в заблуждение,

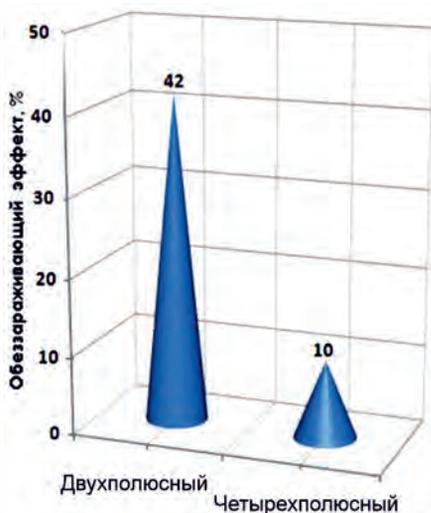


Рис. 4. Обеззараживающий эффект двух- и четырехполюсного электромагнитов

поскольку для возбуждения ионных резонансов не требуется мощных воздействий, главное – совпадение частот.

Результаты опытов представлены на рис. 4. Обеззараживающий эффект двухполюсного электромагнита в 4 раза и более превышает аналогичный показатель четырехполюсного.

Выводы

1. Высшие гармоники НМП играют основную роль в процессе магнитного обеззараживания зерна. Биофизика их действия такова, что определенными частотами возбуждаются резонансные колебания гидратированных ионов в клеточных средах, разрушающие их естественную структуру. Как следствие, инактивируется транс-

мембранный перенос, лишённые обменных процессов клетки грибов и бактерий гибнут.

2. По разработанной методике найдены ингибирующие гармоники, к которым относятся 23, 25, 30-я. Их наличие в спектре двухполюсного электромагнита обеспечивает больший (в 4 раза) обеззараживающий эффект, чем у четырехполюсного, не имеющего данных гармоник. При создании магнитообеззараживающего оборудования необходимо учитывать спектральные характеристики НМП и стремиться к их сосредоточению на частотах указанных гармоник.

Список

использованных источников

1. Послание Президента Российской Федерации от 20.02.2019 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44032> (дата обращения: 7.04.2021).
2. **Пахомов А.И.** Методика многокритериальной оценки и выбора эффективного метода обеззараживания зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 5. С. 87-96.
3. Экспериментальное определение параметров магнитного обеззараживания зерна / А.И. Пахомов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 3. С. 84-89.
4. Комбинированный конвективно-магнитный метод обеззараживания семенных материалов АПК / А.И. Пахомов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 33-36.
5. **Пахомов А.И.** Анализ влияния гармонического спектра магнитного поля на

результаты магнитного обеззараживания зерна // Техника и оборудование для села. 2020. № 10. С. 22-27.

6. **Пахомов А.И.** Исходные требования к оборудованию магнитного обеззараживания зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 4. С. 48-54.

7. Энциклопедия физики и техники [Электронный ресурс]. URL: http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3354.html (дата обращения: 7.04.2021).

8. **Килимник А.Б., Слобина Е.С.** Резонансные частоты колебаний гидратированных ионов натрия, калия и хлора в смесях растворов хлоридов калия и натрия // Вестник Тамбовского гос. техн. ун-та. 2015. Т. 21. № 4. С. 624-629.

Biophysics and Experimental Search for Inhibiting Harmonics of Magnetic Disinfecting Equipment

A.I. Pakhomov

(Donskoy Agrarian Research Center)

Summary. The disinfecting effect of the higher harmonics of the magnetic field has been substantiated, and their relationship with the equipment parameters has been shown. Using the analysis of spectrograms and a laboratory experiment, the inhibitory 23rd, 25th, and 30th harmonics were established, the presence of which in the spectrum of a two-pole electromagnet provides a high disinfection effect. The necessity of concentrating the spectrum of magnetic disinfecting equipment at the frequencies of the indicated harmonics in order to increase the efficiency of the method has been proved.

Keywords: hydrated ion, resonance, spectrum, harmonic, disinfecting effect.

8-9 ИЮЛЯ 2021

Тамбовский район, с. Татаново, ООО «Белая Дача Фарминг»

День Тамбовского поля 2021

Организатор: Выставочная фирма «Центр»
тел.: (473) 233-09-60
e-mail: pole@vcenter.ru

pole68.ru

ЦЕНТР

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: РОСТСЕЛЬМАШ

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: ARMADA

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: ЭПО

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: ТЕХНОДОМ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК УБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ: ФОСАГРО РЕГИОН

Анализ отказов насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях различного типа

М.Н. Ерохин,

д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,

m.erohin@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева);

А.С. Свиридов,

мл. науч. сотр., аспирант,
sviridov.vim@ya.ru

А.И. Разгоняева,

инженер, магистрант,
razgonyaeva98@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы наиболее часто встречающиеся отказы мембранно-поршневых насосов. По полученным данным подготовлена обобщенная таблица, включающая в себя наименование неисправностей, причину их возникновения и способ устранения. В дальнейшем эти данные могут служить основой при организации ремонтного участка мембранно-поршневых насосов.

Ключевые слова: сельскохозяйственный опрыскиватель, центробежный насос, мембранно-поршневой насос, диафрагма, клапан, отказ, неисправность.

Постановка проблемы

Наиболее важными факторами, определяющими роль сельского хозяйства в экономике любой страны, являются величина и качество продовольствия, потребляемого населением. Если рассматривать Российскую Федерацию с ее колоссальными различиями между регионами, обусловленными климатогеографической, экономической, социальной и рядом других специфик, то остро встает вопрос продовольственной безопасности страны (Указ Президента РФ № 20 от 21 января 2020 г.) [1].

Одним из востребованных и перспективных направлений увеличения

урожайности сельскохозяйственной продукции является применение жидких минеральных удобрений и средств химической защиты растений. В работах [2-4] доказано, что внесение гербицидов, пестицидов, фунгицидов и других химически активных препаратов существенно влияет на прирост производства культурных насаждения с 1 га в среднем на 7-15% [5, 6].

Для достижения таких показателей при обработке сельскохозяйственных культур особое внимание уделяют соблюдению агротехнических требований в технологических процессах протравливания, внесения удобрений и опрыскивания растений от заболеваний и вредителей [7]. Для упрощения введения препаратов используют различные типы опрыскивателей (навесные, прицепные, самоходные), которые можно классифицировать по способу сцепки и установки на энергонасыщенные машины. К основным сборочным единицам опрыскивателей относятся резервуар с гидравлической или инжекторной мешалкой, насос, всасывающая и нагнетательная система, штанга с распылителями, регулятор давления, гидравлическая системы, система фильтрации рабочей жидкости, а также механизм передач.

За адресное и равномерное распределение вносимых препаратов по всей обрабатываемой поверхности с обеспечением высокой степени осаждения капель отвечает надежная работа насоса, зависящая от своевременного технического обслуживания при сезонных работах. Однако в условиях большинства хозяйств отсутствует возможность проведения оперативного контроля, диагностирования и при необходимости ремонта насоса опрыскивателя.

Цель исследований – анализ отказов насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях различного типа, и разработка рекомендаций по их техническому сервису.

Материалы и методы исследования

При анализе отказов насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях, использовались материалы дилерских служб и ремонтных предприятий. Для разработки рекомендаций по техническому сервису насосов руководствовались нормативно-технической документацией и паспортами от производителей оборудования, а также научно-исследовательскими работами в этой области [8-12].

При сборе информации и последующей обработке полученных результатов в работе были применены классические методы статистики.

Результаты исследований и обсуждение

Опрыскиватели зарекомендовали себя как наилучшие и более эффективные машины для локального внесения жидких минеральных удобрений и средств химической защиты растений. Их классификация по различным типам позволяет варьировать размер штанг, объем бака и высоту клиренса, что необходимо учитывать при обработке той или иной сельскохозяйственной культуры.

Навесные опрыскиватели монтируются на специальную навеску трактора. Рабочая жидкость подается из бака небольшого объема (300-800 л). Размах штанги агрегата находится в диапазоне 12-18 м. Данный тип опрыскивателя предназначен для обработки взрослых растений

и посевов, а также распространения удобрений и макроэлементов (Ca, Mg, K, P, N) на большие площади. Преимуществом является невысокая стоимость, недостатками – малая производительность и невысокий клиренс. Такой вариант подходит исключительно для небольших аграрных хозяйств, площадь полей которых составляет не более 1000 га. Сравнительная характеристика навесных опрыскивателей приведена табл. 1.

Прицепные опрыскиватели являются самыми популярными на рынке. Их классифицируют по двум основным типам: штанговые (полевые) и вентиляторные (садовые). К преимуществам можно отнести универсальность, так как энергетическое средство для установки оборудования такого типа можно найти в любом хозяйстве. Вместимость бака в среднем составляет 2000-4000 л, что позволяет обрабатывать значительные площади (до 10000 га) без дополнительной заправки. Единственный недостаток – невысокий клиренс. Он сужает возможности использования прицепных опрыскивателей при обработке высокорослых сельскохозяйственных культур, таких как зерновые (пшеница, ячмень, овес, рожь, кукуруза), бобовые (горох, фасоль, чечевица), масличные (подсолнечник), овощные в зависимости от сорта (огурцы, помидоры). В табл. 2 представлены основные характеристики прицепных опрыскивателей.

Самоходные опрыскиватели имеют самый быстрый срок окупаемости, что связано с большой вместимостью бака – 3000-5000 л и большой шириной захвата штанг. Эти машины имеют высокие показатели работы: могут развивать скорость до 50 км/ч, производительность достигает порядка 1 тыс. га в сутки. Однако стоимость такого типа сельскохозяйственного оборудования в разы выше по сравнению с прицепными и в десятки раз – по сравнению с навесными опрыскивателями. В табл. 3 представлены сравнительные характеристики самоходных опрыскивателей.

На основании проведенного анализа насосов, применяемых на сель-

скохозяйственных опрыскивателях, указанных на рисунке, установлено, что наиболее используемой является группа мембранно-поршневых насосов. В связи с этим особенно актуаль-

но рассматривать структуру отказов именно этих насосов.

Наиболее частое применение мембранно-поршневых насосов на сельскохозяйственных опрыскива-

Таблица 1. Сравнительная характеристика навесных опрыскивателей

| Название опрыскивателя | Вместимость, бака, л | Ширина захвата штанги, м | Тип насоса |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| DEMAROL (Польша) | 300 | 10 | Мембранно-поршневой (p-120) |
| OGR (Россия) | 800 | 12-14 | Мембранно-поршневой (m120) |
| AMAZONE UF 901 (Германия) | 1050 | 12-15 | Мембранно-поршневой |
| Заря-ОН-600-18-06Ф (Россия) | 600 | 18 | Мембранно-поршневой (ppm) |
| М.М 600 (Италия) | 600 | 14 | Мембранно-поршневой (annovi reverberi) |
| ОПН 400/12 D-POL (Польша) | 400 | 12 | Мембранно-поршневой (p-120) |

Таблица 2. Сравнительная характеристика прицепных опрыскивателей

| Название опрыскивателя | Вместимость, бака, л | Ширина захвата штанги, м | Тип насоса |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| RSM TS Satellite 3200 (Россия) | 3200 | 24-27 | Мембранно-поршневой (aps-121) |
| ГВАРТА 8 (Россия) | 3700 | 24-27 | Мембранно-поршневой |
| UX 3200 Super L AMAZONE (Германия) | 3200 | 15-36 | Мембранно-поршневой |
| Заря-ОПГ-2500-21-05Ф (Россия) | 2500 | 21 | Мембранно-поршневой (aps-71) |
| EUROPA 2520 (Италия) | 2500 | 20 | Мембранно-поршневой (zeta 300) |
| АТАМАС-1 (Россия) | 2000 | 18 | Электроцентробежный насос |
| KVERNELAND IXTRACK C30 (Норвегия) | 3400 | 18-30 | Мембранно-поршневой (omega – 170) |

Таблица 3. Сравнительная характеристика самоходных опрыскивателей

| Название опрыскивателя | Вместимость, бака, л | Ширина захвата штанги, м | Тип насоса |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| Ростсельмаш SP 275 (Россия) | 4540 | 36 | Центробежный (hypro 9306-hm5c-3u) |
| STS10 (США) | 3785 | 36 | Центробежный насос (9306c-hm1c-bu) |
| ТУМАН 2М ПЕГАС-АГРО (Россия) | 3000 | 28 | Мембранно-поршневой (imovillipompe d274) |
| BERTHOUD RAPTOR 3240 (Франция) | 3200 | 30 | Центробежный (omega – 270) |
| БЛ-3000 (Россия) | 3000 | 24 | Мембранно-поршневой (annovi reverberi ar-215) |
| Striker 4000 Caffini (Италия) | 4000 | 36 | Мембранно-поршневой |



Процентное соотношение насосов, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях

телями обусловлено их возможностью осуществлять подачу рабочей жидкости с высокой точностью (без кавитации потока). Кроме того, данная система имеет датчики, информирующие о повреждении диафрагмы, тем самым позволяя минимизировать простой техники в агротехнические сроки обработки культурных насаждений. К недостаткам таких типов насосов относятся: небольшая перекачка рабочих объемов, невысокое рабочее давление и невозможность работы с жидкостями температурой выше 50°C.

Таблица 4. Причины отказов и способы их устранения

| Неисправности | Причины | Способы устранения |
|---|---|---|
| Отсутствие давления в насосе | Установлен неправильный фильтр или он загрязнён, или частично закрыт | Установить фильтр подходящей пропускной способности или очистить картридж фильтра |
| | Засорена всасывающая труба | Устранить засор |
| | Повреждение всасывающей трубы внутри или снаружи бака | Заменить повреждённую трубу |
| | Насос всасывает воздух из линии всасывания | Проверить трубы и фитинги на герметичность |
| Насос не достигает требуемого давления | Клапан регулировки давления повреждён или изношен | Починить или заменить клапан регулировки давления |
| Насос теряет давление при открытии сопел | Чрезмерное образование пены в баке с водой или слишком высокий уровень рабочей жидкости | Восстановить идеальные условия в баке |
| | Расход сопел превышает расход насоса | Проверить регулировку клапана, износ, размер и количество сопел |
| | Один или несколько клапанов насоса изношены или повреждены | Очистить или заменить клапан |
| Показание манометра резко колеблется | Давление аккумулятора слишком высокое или слишком низкое | Подкачать аккумулятор до требуемого давления |
| | Насос всасывает воздух из линии всасывания | Проверить трубы и фитинги на герметичность |
| Чрезмерная пульсация в нагнетательной линии | Установлен неправильный фильтр или он загрязнён, или частично закрыт | Установить фильтр подходящей пропускной способности или очистить картридж фильтра |
| | Наличие воздуха в полости насоса или неправильно накачен аккумулятор давления | Вращать насос с открытым выходным отверстием, чтобы воздух полностью вышел |
| Насос не закачивает воду | Насос всасывает воздух из линии всасывания | Проверить трубы и фитинги на герметичность |
| Масло насоса становится белым | Установлен неправильный фильтр или он загрязнён, или частично закрыт | Установить фильтр подходящей пропускной способности или очистить картридж фильтра |
| | Один или несколько клапанов насоса изношены или повреждены | Очистить или заменить клапан |
| Масло насоса вытекает через слив | Повреждены одна или несколько диафрагм | НЕМЕДЛЕННО ОСТАНОВИТЬ НАСОС |
| Уровень масла резко падает | | Заменить диафрагмы |
| Масляная пробка соскакивает | | |

Анализ отказов мембранно-поршневых насосов, по результатам изучения документации дилерских служб, ремонтных предприятий, а также науч-но-исследовательской литературы показал, что наиболее изнашиваемыми элементами насоса являются диафрагма и клапаны. Это подвижные детали, которые подвержены постоянным циклическим нагрузкам (порядка 70%). С одной стороны, на них воздействует синтетическое масло, с другой – перекачиваемая рабочая жидкость (жидкие минеральные удобрения и средства химической защиты растений). К основным причинам разрушения можно отнести следующие факторы: высокая абразивность частиц в рабочей жидкости, регулярные и резкие скачки температуры, постоянные процессы циклических нагрузок, непостоянное давление в системе, а также трение о другие элементы насоса.

На основании полученных данных была сформулирована общая таблица (см. табл. 4), с рекомендациями по устранению наиболее часто встречающихся неисправностей мембранно-поршневых насосов.

Неисправности и способы их устранения, представленные в табл. 4, имеют общий характер для большинства мембранно-поршневых насосов, применяемых на различных типах сельскохозяйственных опрыскивателей. Данные рекомендации могут быть положены в основу организации ремонтного участка такого типа оборудования.

Выводы

1. Установлено, что наиболее применяемым на сельскохозяйственных опрыскивателях насосом является мембранно-поршневой. При этом, анализируя данные дилерских служб и ремонтных предприятий, было выявлено, что наиболее изнашиваемыми элементами такого типа оборудования являются диафрагмы и клапаны.

2. На основании полученных данных была подготовлена обобщенная таблица, включающая в себя неисправности, причины их возникновения и способы устранения. Данный мате-

риал может быть положен в основу организации ремонтного участка мембранно-поршневых насосов.

Список использованных источников

1. Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20. «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/#review> (дата обращения: 27.01.2021).

2. Состояние производства и применения жидких минеральных удобрений в сельском хозяйстве / Л.А. Марченко [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 6. С. 36-41.

3. Цифровые технологии в производстве комплексных органоминеральных удобрений / А.Ю. Измайлов [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 3. С. 31-40.

4. Дорохов А.С., Новиков Н.Н., Митрофанов С.В. Интеллектуальная технология формирования системы удобрения // Техника и оборудование для села. 2020. № 7. С. 2-5.

5. Поспелова И.Н. Производство зерна в мире: сравнительный анализ // Вектор экономики. 2019. № 11. С. 26.

6. Семин С.А., Гаврюшина И.В., Никулина Е.В. Влияние препаратов с кремнием на формирование урожайности кукурузы // Нива Поволжья. 2020. № 1. С. 9-14.

7. Основные требования к беспилотным летательным аппаратам для внесения удобрений и пестицидов / Л.А. Марченко [и др.] // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 4. С. 107-112.

8. Давыдова С.А., Попов Р.А., Голубев И.Г. Техническое обеспечение возделывания и уборки безнаркотической

конопли // Техника и оборудование для села. 2020. № 8. С. 12-17.

9. Тараторкин В.М., Голубев И.Г. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов. М.: Издательский центр «Академия», 2017. 384 с.

10. Катаев Ю.В., Малыха Е.Ф. Повышение эффективности дилерских предприятий на основе управления качеством услуг // Наука без границ. 2018. № 5. С. 73-78.

11. Дорохов А.С., Краснящих К.А., Скороходов Д.М. Система контроля качества деталей сельскохозяйственных машин. М.: Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. 192 с.

12. Дорохов А.С., Скороходов Д.М. Контроль геометрических и физико-механических параметров запасных частей сельскохозяйственной техники с использованием автоматизированной измерительной установки // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 59-62.

Analysis of Failures of Pumps to be Used in Agricultural Sprayers of Various Types

M.N. Erokhin

(Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

A.S. Sviridov, A.I. Razgonyayeva (VIM)

Summary. The most common failures of piston diaphragm pumps are described and analyzed. Based on the data obtained, a generalized table has been prepared, including the name of the malfunctions, the reason for their occurrence and remedies. In the future, these data can serve as the main one when organizing the repair station of piston diaphragm pumps.

Keywords: agricultural sprayer, centrifugal pump, piston diaphragm pump, diaphragm, valve, failure, malfunction.



Анализ состояния производства и потребления овощей в Российской Федерации

А.П. Королькова,

канд. экон. наук, вед. науч. сотр.,
52_kar@mail.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»);

М.В. Шатилов,

канд. с.-х. наук, науч. сотр.

(ВНИИО – филиал ФГБНУ
«ФНЦ овощеводства»)

Аннотация. Показано, что уровень потребления овощной продукции населением Российской Федерации значительно ниже норм, рекомендуемых Минздравом России и Всемирной организацией здравоохранения. Проведен анализ динамики производства, уровня товарности, экспорта и импорта, соотношения цен на отечественную и импортную овощную продукцию. Дана оценка потребления овощной продукции по регионам, федеральным округам, группам населения с разным уровнем дохода. Разработаны предложения по развитию производства и росту потребления овощей населением Российской Федерации.

Ключевые слова: овощи, норма потребления, открытый и защищенный грунт, рынок, экспорт, импорт, цена, пошлина.

Постановка проблемы

Овощи играют важную роль в здоровом питании человека, являясь источником природных антиоксидантов и других биологически активных веществ.

По данным НИИ питания РАН, овощи на 15-25 % могут удовлетворять потребность человека в белках, на 60-80 % – в углеводах и на 70-90 % – в витаминах и минеральных солях. Изменение темпа жизни и среды обитания человека обусловило повышение норм потребления им витаминной овощной продукции – согласно рекомендациям ВОЗ, до 600 г в день, или 219 кг в год, на одного человека против национального норматива с учетом бахчевой продукции в 400 г в день, или 140 кг в год [1, 2].

Таблица 1. Рекомендуемые рациональные нормы потребления овощей и бахчевых, отвечающие современным требованиям здорового питания [3]

| Наименование продуктов | Норма потребления в год на одного человека, кг |
|---|--|
| Овощи и бахчевые | 140 |
| В том числе: | |
| капуста белокочанная, краснокочанная, цветная и др. | 40 |
| помидоры | 10 |
| огурцы | 10 |
| морковь | 17 |
| свекла | 18 |
| лук | 10 |
| прочие овощи | 20 |
| бахчевые | 15 |

Увеличению производства овощей в России уделяется особое внимание. Согласно Приказу Минздрава России № 614 от 19.08.2016, рациональная норма потребления овощей в год на одного человека составляет 125 кг, бахчевых – 15 кг (табл. 1).

Потребление овощей в странах мира колеблется от 8 (Чад) до 353 кг (Китай) на одного человека в год. Из 174 овощепроизводящих стран, учитываемых ФАО, душевое потребление овощей в 400 г на одного человека в день достигнуто 30 странами, том числе 3 странами Евразийского экономического содружества (Армения, Казахстан, Беларусь). Кроме России, среди стран, входящих в ЕАЭС, норматива потребления овощей и бахчевых в 140 кг в год на душу населения придерживаются Беларусь и Кыргызстан, остальные участники – Армения и Казахстан установили значение в 219 кг, согласно рекомендациям ВОЗ [2, 4].

Обеспечение уровня потребления овощей населением до норм, рекомендованных ВОЗ и научной медициной, является одной из важных государственных задач, затрагивающих здравоохранение, развитие отраслей овощеводства, импортозамещение и в целом продовольственную безопасность страны [5].

Ежегодная потребность населения Российской Федерации в свежих овощах составляет около 18,3 млн т. Для обеспечения потребления овощной и бахчевой продукции на заданном уровне необходимо увеличить производство, разработать и внедрить системы рационального хранения, эффективной переработки и доставки от производителей до конечных потребителей. Несмотря на то, что овощеводство в нашей стране в последние годы развивается, увеличивается валовой сбор овощей в открытом и защищенном грунте, наблюдается как недостаток собственного производства (дефицит 19,8 %), так и низкое потребление – на 22,9 % ниже уровня норматива. По федеральным округам этот показатель достигнут лишь в Северо-Кавказском и Южном округах (табл. 2).

Исследованиями уровня потребления, в том числе овощной продукции, занимается компания «Амико», по данным которой среднестатистический россиянин потребляет всего 63 кг свежих овощей в год. По данным компании Intesco Research Group, потребление овощей в год на душу населения в Башкирии, Тюменской области, Краснодарском крае и Ростовской области колеблется от 36 до 57,6 кг. Генеральный директор некоммерческого партнерства «Фруктово-овощной альянс» Георгий Чистяков утверждает, что уровень потребления только 10 % россиян приближается к международному, 40 % – потребляют меньше рекомендуемой нормы;

Таблица 2. Потребление овощей и бахчевых культур в год на одного человека, кг

| Федеральный округ | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Российская Федерация, всего | 102 | 102 | 104 | 107 | 108 |
| В том числе: | | | | | |
| Северо-Западный | 91 | 91 | 92 | 97 | 94 |
| Южный | 140 | 140 | 141 | 143 | 143 |
| Северо-Кавказский | 165 | 164 | 168 | 168 | 171 |
| Приволжский | 96 | 95 | 97 | 99 | 99 |
| Уральский | 84 | 85 | 87 | 91 | 93 |
| Сибирский | 85 | 86 | 91 | 91 | 92 |
| Дальневосточный | 93 | 91 | 107 | 96 | 95 |

Источник: Росстат, Агропромышленный комплекс России в 2019 г.

т.е. уровень потребления основной части населения катастрофически низок [6]. В табл. 3 дано соотношение уровня потребления к рациональным нормам по уровню дохода населения в 2019 г. в Российской Федерации.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что потребление овощей населением с самым низким уровнем дохода почти в 2 раза ниже норматива.

Цель исследования – оценка состояния развития отрасли овощеводства и выявление факторов, сдерживающих производство и потребление овощной продукции населением Российской Федерации.

Материалы и методы исследования

При исследовании использовались статистические данные Росстата, Минсельхоза России, нормативно-правовые документы, материалы опубликованные в научных и периодических изданиях отечественных и зарубежных компаний.

Проведены анализ, систематизация и обобщение данных о со-

стоянии развития отечественного овощеводства и уровня потребления овощной продукции населением страны. Исследования проводились с использованием основных положений комплексного системного анализа. Применялись методы построения динамических рядов, группировок, балансов, сравнительного анализа, экспертно-аналитического способа обработки информации.

Результаты исследований и обсуждение

Производство овощей в мире превысило 1,2 млрд т. В России в 2019 г. было произведено 14,1 млн т, что в расчете на душу населения составило 96 кг овощей, в Западной Европе – 200, в Китае – 450 кг.

Доля России в мировом производстве овощей составляет 1,26 %, располагая при этом 1 % общемировой посевной площади под овощами. Современное состояние овощеводства Российской Федерации в последние 30 лет можно охарактеризовать как стабильно развивающееся. По данным Росстата, валовой сбор

овощей в целом по хозяйствам всех категорий вырос с 10,3 млн т (1990 г.) до 14,1 млн т (2019 г.).

В 2019 г. по сравнению с 2010 г., несмотря на сокращение посевных площадей, валовой сбор овощей увеличился на 28,2 %. Рост производства произошел в основном за счет интенсификации отрасли, о чем свидетельствуют увеличение площади возделывания овощей в защищенном грунте и повышение урожайности (табл. 4).

Урожайность овощей в открытом грунте за последние 10 лет увеличилась на 40,2 %, в защищенном – в 2,4 раза. Сдерживает развитие отрасли в Российской Федерации нерациональное использование земельных ресурсов, недостаточное внесение в почву минеральных и органических удобрений, несоблюдение или отсутствие севооборотов и ряд других факторов [7, 8].

Основная масса овощей поступает из открытого грунта, доля валового производства которых в общем объеме за период 2010-2019 г. снизилась с 94,8 до 85,7 %. Рост доли овощей из защищенного грунта обусловлен увеличением площади, занятой под ними в защищенном грунте: с 564 тыс. га (2010 г.) до 2013 тыс. га (2019 г.) – с 5,2 до 14,3 %.

С введением в эксплуатацию современных тепличных комплексов темпы роста производства овощей защищенного грунта в последние годы значительно ускорились. По состоянию на начало марта 2021 г. в зимних теплицах выращено 172,5 тыс. т овощей, что на 28,6% больше показателя аналогичного периода 2020 г. (134,1 тыс. т). Валовой сбор тепличных огурцов составил 106,5 тыс. т (+12,9%), томатов – 64,7 тыс. т (+70,4%).

Таблица 3. Соотношение уровня потребления к рациональным нормам по уровню дохода населения в 2019 г. в Российской Федерации

| | Группы населения и доля расходов на питание, % | | | | | | | | | |
|--|--|----------|-----------|--------|---------|----------|-----------|------------|----------|---------|
| | I, 47,3 | II, 43,8 | III, 42,1 | IV, 41 | V, 38,3 | VI, 36,4 | VII, 34,1 | VIII, 32,1 | IX, 27,9 | X, 16,2 |
| Располагаемые ресурсы в среднем на члена домохозяйства в месяц к X группе, % | 7,69 | 11,54 | 14,35 | 17,16 | 20,38 | 24,36 | 29,58 | 37,16 | 48,85 | 100 |
| Потребление овощей и бахчевых, доля от норматива | 0,49 | 0,59 | 0,65 | 0,71 | 0,74 | 0,78 | 0,81 | 0,84 | 0,90 | 0,90 |

Таблица 4. Динамика основных показателей овощеводства в Российской Федерации

| Годы | Валовой сбор, тыс. т | | Посевная (посадочная) площадь, тыс. га | | Урожайность | | |
|------|----------------------|----------------|--|----------------|------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | всего | в том числе | | открытый грунт | защищенный грунт | открытый грунт, ц/га | защищенный грунт, кг/м ² |
| | | открытый грунт | защищенный грунт | | | | |
| 2010 | 11002 | 10437 | 565 | 603 | 2,9 | 179 | 19,5 |
| 2011 | 13036 | 12470 | 566 | 620 | 2,6 | 208 | 21,8 |
| 2012 | 12792 | 11724 | 1068 | 594 | 2,8 | 211 | 37,9 |
| 2013 | 12597 | 11445 | 1152 | 571 | 3,1 | 214 | 37,2 |
| 2014 | 12821 | 11552 | 1269 | 563 | 3,4 | 219 | 37,3 |
| 2015 | 13185 | 11881 | 1304 | 563 | 3,1 | 226 | 42,1 |
| 2016 | 13181 | 11698 | 1483 | 551 | 3,2 | 229 | 46,3 |
| 2017 | 13612 | 11979 | 1633 | 535 | 3,3 | 241 | 49,5 |
| 2018 | 13685 | 11853 | 1580 | 526 | 3,6 | 243 | 43,9 |
| 2019 | 14105 | 12092 | 2013 | 518 | 4,3 | 251 | 46,8 |

Источник: данные Росстата, 2020 г.

Таблица 5. Товарность овощей (реализовано от общего объема производства), %

| | Годы | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Хозяйства всех категорий | 37,1 | 34,2 | 37,7 | 38 | 40 | 41 | 41,4 | 44 | 46,4 | 46 |
| Сельскохозяйственные организации | 82,9 | 65,4 | 83,6 | 82,5 | 83,9 | 78,6 | 79,4 | 79,3 | 87,8 | 76,5 |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 77 | 65,5 | 74,2 | 76,6 | 81,8 | 79 | 75,5 | 78,7 | 78,5 | Н.д. |
| Хозяйства населения | 16,9 | 15,3 | 15 | 15 | 15,7 | 15,7 | 15,7 | 15,8 | 15,9 | Н.д. |

Источник: данные Росстата, 2020 г.

Среди регионов-лидеров по производству овощей в зимних теплицах – Липецкая, Московская, Волгоградская, Калужская, Новосибирская области, Краснодарский и Ставропольский края, республики Карачаево-Черкессия, Татарстан и Башкортостан.

Валовой сбор овощей защищенного грунта по итогам 2020 г. (включая весенние теплицы и парники) составил 1,5 млн т, что на 12% выше показателя 2019 г. (1,33 млн т), в том числе в зимних теплицах, по предварительным данным, собран абсолютный рекорд – 1,35 млн т (+18,4%) [9].

Основными производителями товарных овощей являются сельскохозяйственные организации, кре-

стьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели, которыми реализуется соответственно 87,8 и 78,5 % выращенных овощей (табл. 5).

Высокая доля производства овощной продукции в хозяйствах населения (62,9-67%) обуславливает низкий уровень товарности овощей. В сельскохозяйственных организациях (СХО) производится 17,9-21,2 %, К(Ф)Х и ИП – 15,1-15,9 %. В этой категории хозяйств в последние годы наблюдается стабильное увеличение производства овощей, а в хозяйствах населения – снижение (табл. 6). Повышению уровня товарности овощей в малых формах хозяйствования способствует развитие

кооперации, о чем свидетельствует опыт отдельных российских регионов [10, 11].

Урожайность овощных культур в Российской Федерации в среднем в 1,5-2 раза ниже, чем в странах Западной Европы, США и Китае.

В 2019 г. урожайность овощей в СХО России составила 29,2 т/га, в Уральском федеральном округе – 43,8 т/га, Астраханской области – 72,6 т/га.

Ассортимент производимой продукции овощеводства в России ограничен. В овощеводстве большинства стран мира используется более 30-35 видов овощных культур, в России – не более 12-15 видов [7]. На долю шести основных видов овощных культур, выращиваемых в открытом грунте (капуста, томаты, огурцы, морковь, лук репчатый, свекла столовая), в 2019 г. приходилось 68,5 % валового сбора овощей, в том числе: капуста – 18,5 %, томаты – 15, лук репчатый – 12, огурцы – 5, морковь – 11,4, свекла столовая – 6 %. (табл. 7).

Основной объем овощной продукции производится в открытом грунте. В 2018-2019 гг. в среднем за год он составлял 12,3 млн т. Около 75 % овощей от общего производства в Российской Федерации производится в Южном, Приволжском и Центральном федеральных округах.

Опыт ведущих мировых производителей овощей (США, Нидерланды, ФРГ, Израиль и др.) свидетельствует



о том, что производство овощной продукции более эффективно в специализированных крупнотоварных хозяйствах. Практика крупнотоварного

производства овощей в пригородных зонах крупных городов и промышленных центров широко применялась в СССР и сейчас ее используют такие

структуры, как «Дмитровские овощи», «Дашковка», «Куликовский», «Агрофирма «Бунятино», «Озеры», производители овощей закрытого грунта «Агрокомплекс «Иванисово», «Матвеевское» (Московская область), «Ленплодоовощ» (Ленинградская область) и др. [1, 12].

Недостаток собственного производства и низкий уровень товарности овощей частично компенсируются импортной продукцией (табл. 8).

В структуре личного потребления импортная овощная продукция занимает 15 %. Импорт в натуральном выражении в 7,5 раза превосходит экспорт овощей и продовольственных бахчевых культур. По данным Федеральной таможенной службы за 2017-2019 гг., экспорт томатов увеличился с 12,6 тыс. т (2017 г.) до 17,5 тыс. т (2019 г.), огурцов – с 9,7 тыс. т до 13,8 тыс. т, моркови – с 15,4 тыс. т до 19,3 тыс. т. Основными субъектами-экспортерами овощей в России являются Ростовская область, Краснодарский край, Москва, Саратовская область. Экспортируются в основном сушеные бобовые (73%) в Пакистан, Турцию, Индию, Украину и др.

За 2017-2019 гг. отмечено снижение импорта овощей и отдельных корне- и клубнеплодов, огурцов, моркови и увеличение импорта томатов, капусты всех видов, свеклы столовой. В стоимостном выражении импорт овощей в 2019 г. по сравнению с 2018 г. сократился всего на 1,6 п.п.

Таблица 6. Основные показатели производства овощей открытого грунта в хозяйствах всех категорий

| Показатели | Годы | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| <i>Хозяйства населения *</i> | | | | | | | | |
| Площадь, тыс. га | 508 | 503,2 | 498,5 | 507,2 | 505 | 478,9 | 345 | 329 |
| Валовой сбор, млн т | 10,1 | 10,2 | 10,4 | 10,8 | 10,8 | 10,3 | 7,5 | 7,3 |
| Урожайность, ц/га | 199 | 203,5 | 209 | 213 | 213,7 | 214,8 | 218,7 | 221,7 |
| <i>К(Ф)Х и ИП</i> | | | | | | | | |
| Площадь, тыс. га | 83 | 86,2 | 79,1 | 91 | 93,3 | 87,5 | 89 | 96 |
| Валовой сбор, млн т | 2 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,7 |
| Урожайность, ц/га | 241 | 260,2 | 265 | 266,2 | 265,9 | 303,6 | 281,6 | 290 |
| <i>СХО</i> | | | | | | | | |
| Площадь, тыс. га | 90 | 81,9 | 108,9 | 111,9 | 93,6 | 95,2 | 93 | 92 |
| Валовой сбор, млн т | 2,5 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 3,5 | 2,5 | 2,7 |
| Урожайность, ц/га | 276 | 234,2 | 230,7 | 254,9 | 262,2 | 285,7 | 286 | 292 |
| <i>Итого по Российской Федерации</i> | | | | | | | | |
| Площадь, тыс. га | 681 | 671,3 | 704,7 | 694 | 691,9 | 661,6 | 527 | 517 |
| Валовой сбор, млн т | 14,6 | 14,7 | 15 | 16,1 | 16,3 | 16,4 | 12,5 | 12,1 |
| Урожайность, ц/га | 214 | 213 | 217,8 | 225,3 | 226,6 | 235,9 | 242,8 | 250,8 |

* Включая овощи закрытого грунта.

Источник: Росстат, Минсельхоз России.

Таблица 7. Валовой сбор основных видов овощей в открытом грунте, млн т

| Виды овощей | Валовой сбор, млн т | | | | | | Изменение к 2019 г., млн т | |
|-------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|---------|
| | 2007 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2007 г. | 2015 г. |
| Капуста | 2,6 | 3,6 | 2,7 | 2,7 | 2,5 | 2,6 | 0 | -1 |
| Морковь | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | +0,3 | +0,2 |
| Огурцы | 1 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | -0,3 | -0,1 |
| Томаты | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 2 | 2,1 | 2,1 | +0,3 | +0,4 |
| Лук | 1,3 | 1,7 | 1,6 | 1,9 | 1,6 | 1,7 | +0,4 | 0 |
| Свекла | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | +0,1 | +0,1 |

Таблица 8. Ресурсы и использование овощей и продовольственных бахчевых культур по Российской Федерации, тыс. т

| | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Ресурсы: | | | | | |
| запасы на начало года | 7 020,6 | 7 187,3 | 7 098,6 | 7 331,4 | 7 244,5 |
| производство | 14 967,8 | 15 064,4 | 15 426,7 | 15 655 | 15 889,7 |
| импорт | 2 643,6 | 2 356,7 | 2 669,9 | 2 484,6 | 2 435,5 |
| Итого ресурсов | 24 632 | 24 608,4 | 25 195,2 | 25 471 | 25 569,7 |
| Использование: | | | | | |
| производственное потребление | 1 819,6 | 1 783,4 | 1 884,9 | 1 821,1 | 1 820,8 |
| в том числе: | | | | | |
| на семена | 94,5 | 93,4 | 87,1 | 82,6 | 79,8 |
| на корм скоту и птице | 1 725,1 | 1 690 | 1 797,8 | 1 738,5 | 1 741 |
| потери | 509,3 | 510,4 | 511,5 | 472,2 | 501,3 |
| экспорт | 197,5 | 269,1 | 248 | 282,2 | 322,8 |
| личное потребление | 14 918,3 | 14 946,9 | 15 219,4 | 15 651 | 15 791,9 |
| запасы на конец года | 7 187,3 | 7 098,6 | 7 331,4 | 7 244,5 | 7 132,9 |

Источник: Росстат, 2020 г.

Основными странами-импортерами овощей в 2019 г. были Китай – 22,5%, Азербайджан – 13, Турция – 9,1, Белоруссия – 9,1, Израиль – 9%. На долю томатов в стоимостном выражении приходилось 34,53%, прочих овощей – 21,03, лука репчатого, чеснока прочих луковичных овощей – 8,64%. Более 63% импорта приходилось на три субъекта Российской Федерации – Москва (39,2%), Краснодарский край (14,2%), Санкт-Петербург (9,8%) [13].

Для защиты отечественных производителей государство вводит пошлины, которые разрешены ВТО. В 2019 г. отмечено увеличение средней цены за 1 кг в долл. США по сравнению с предшествующим годом по томатам, капусте всех видов, снижение экспортных и увеличение импортных цен на огурцы, свеклу столовую и морковь (табл. 9) [14].

Вместе с тем, несмотря на рост собственного производства овощей в защищенном грунте и сокращение импорта, проблема обеспечения доступной по цене овощной продукции для населения сохраняется.

Сегодня Российская Федерация находится под жесткими санкциями США и стран Европейского Союза, поэтому остро стоит вопрос о продовольственной безопасности и зависимости от импорта. Де-юре на основании главы VII Устава ООН только Совет Безопасности может принимать принудительные меры для поддержания или восстановления международного мира и безопасности, а членство в ВТО должно обеспечивать равные условия и честную конкуренцию между ее участниками. Тем не менее эти санкции, кроме прочего, коснулись ограниченный поставок в Россию технологий и оборудования, и бороться с этим по объективным причинам наиболее эффективно не в правовом поле, а применяя зеркальные меры. На основе указа Президента Российской Федерации № 560 от 6 августа 2014 г. «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» Правительство России ввело запрет на импорт из США, Евросоюза, Норвегии, Австралии и Канады, в том числе ово-

Таблица 9. Средняя цена продукции, долл. США/кг

| Товары | Направление | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. |
|--|-------------|---------|---------|---------|---------|
| Овощи и некоторые корнеплоды и клубнеплоды | Экспорт | 0,32 | 0,24 | 0,27 | 0,28 |
| | Импорт | 0,73 | 0,76 | 0,84 | 0,84 |
| Томаты | Экспорт | 0,35 | 0,32 | 0,32 | 0,35 |
| | Импорт | 1,08 | 1,12 | 1,14 | 1,13 |
| Огурцы | Экспорт | 0,39 | 0,40 | 0,33 | 0,53 |
| | Импорт | 1,09 | 1,01 | 1,05 | 1,01 |
| Капуста всех видов | Экспорт | 0,16 | 0,15 | 0,18 | 0,15 |
| | Импорт | 0,43 | 0,43 | 0,47 | 0,51 |
| Свекла столовая | Экспорт | 0,12 | 0,14 | 0,12 | 0,11 |
| | Импорт | 0,36 | 0,31 | 0,32 | 0,31 |
| Морковь | Экспорт | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,11 |
| | Импорт | 0,41 | 0,42 | 0,44 | 0,40 |

Источник: расчеты авторов.

Таблица 10. Сравнение цен реализации российскими сельхозпроизводителями с ценами закупок по импорту, в том числе с учетом пошлин (долл. США/кг)

| Код ТН ВЭД | Наименование позиции | Средняя цена | | |
|--|----------------------|--------------------|---|------------------------------|
| | | закупок по импорту | реализации сельхозпроизводителями РФ всех категорий | закупок по импорту + пошлина |
| 0702 00 000 1, 0702 00 000 6, 0702 00 000 7, 0702 00 000 9 | Томаты (10% пошлина) | 1,28 | 1,18-2,05 | 1,40 |
| 0702 00 000 2, 0702 00 000 3, 0702 00 000 4, 0702 00 000 5 | Томаты (15% пошлина) | 1,06 | 0,85-1,55 | 1,21 |
| 0707 00 050 1, 0707 00 050 6, 0707 00 050 9 | Огурцы (10% пошлина) | 1,24 | 1,05-1,91 | 1,37 |
| 0707 00 050 2, 0707 00 050 3, 0707 00 050 4, 0707 00 050 5 | Огурцы (15% пошлина) | 1,03 | 0,65-1,10 | 1,18 |
| 0703 10 190 0 | Лук репчатый | 0,39 | 0,22-0,32 | 0,43 |
| 0704 | Капуста | 0,47 | 0,18-0,53 | 0,52-0,53 |
| 0706 10 000 1 | Морковь | 0,47 | 0,16-0,22 | 0,53 |
| 0706 90 900 1 | Свекла | 0,34 | 0,15-0,18 | 0,38 |

щной продукции [15]. После введения продовольственного эмбарго импорт из США резко снизился: с 7,9 млн долл. (2013 г.) до 33,1 тыс. долл. (2019 г.) – в 238 раз, а из всех стран сократился на треть – более чем на 1 млрд долл., при этом экспорт той же продукции из России увеличился почти в 2 раза – до 470,6 млн долл. США.

Сравнение цен реализации российскими сельхозпроизводителями с ценами закупок по импорту, в том числе с учетом пошлин, представлено в табл. 10.

Некоторые овощи (свекла, морковь, лук репчатый), произведенные в России, в любом квартале исследуемого периода дешевле импортных



даже без учета пошлин. Очевидно, что острой необходимости в их тарифной защите нет, поэтому остановимся более подробно на остальных.

В 2019 г. было импортировано 139 тыс. т капусты – 5,3 % от валового сбора капусты в России. Максимальная из среднеквартальных цен реализации отечественными сельхозтоваропроизводителями приходится на II квартал и становится равной цене закупки импортной капусты с учетом пошлин. Снижение пошлины на эту продукцию в будущем может ухудшить положение отечественных сельхозтоваропроизводителей.

Тариф на ввоз огурцов и помидоров дифференцирован по дате ввоза.

Всего в 2019 г. было импортировано 247 тыс. т томатов (11,9 % от валового сбора помидоров в России), огурцов – 68 тыс. (10,4 %).

Расчеты показывают, что 15% -ная пошлина на огурцы защищает отечественных сельхозтоваропроизводителей в течение всего срока ее действия. Снижение этой ставки может негативно отразиться на их финансово-хозяйственной деятельности.

Для оценки остальных тарифов рассмотрим цены поквартально (табл. 11).

В России, как и в целом в странах с формирующимися рынками, характерной чертой потребительской корзины является достаточно высокая доля в ней продовольственных товаров – 37,3% [16].

Цены на них отличаются достаточно высокой изменчивостью. В значительной степени колебания инфляции на рынке продовольствия определяется изменениями объемов предложения, в первую очередь, урожая сельскохозяйственных культур в нашей стране и в мире, который существенно зависит от погодных условий. Поскольку доля продовольственных товаров в потребительской корзине высока, колебание цен на них может оказывать значительное влияние на инфляцию в целом.

Выводы

1. Установлено, что потребление овощной продукции населением Российской Федерации ниже нормативного значения, рекомендованного

Таблица 11. Поквартальное сравнение цен реализации овощей российскими сельхозтоваропроизводителями с ценами закупок по импорту с учетом пошлины

| Код ТН ВЭД | Наименование позиции, период времени | Средняя цена | |
|---|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | реализации СТП РФ всех категорий, долл. США/кг | закупок по импорту/с учетом пошлины |
| 0702 00 000 1 | Томаты, I кв. | 2,05 | 1,35/1,48 |
| 0702 00 000 2, 0702 00 000 3, 0702 00 000 4, 0702 00 000 5 | Томаты, II кв. | 1,55 | 1,08/1,24 |
| 0702 00 000 5 | Томаты, III кв. | 0,85 | 0,85/0,97 |
| 0702 00 000 6, 0702 00 000 7, 0702 00 000 9 | Томаты, IV кв. | 1,18 | 1,19/1,30 |
| 0707 00 050 1, 0707 00 050 2 | Огурцы, I кв. | 1,91 | 1,22/1,39 |
| 0707 00 050 2, 0707 00 050 3, 0707 00 050 4 | Огурцы, II кв. | 1,10 | Не рассчитывалось |
| 0707 00 050 4 | Огурцы, III кв. | 0,65 | Не рассчитывалось |
| 0707 00 050 5, 0707 00 050 6, 0707 00 050 9 | Огурцы, IV кв. | 1,05 | 1,06/не рассчитывалось |

Минздравом России и Всемирной организацией здравоохранения. Несмотря на рост валового производства овощей в открытом и защищенном грунте, высокая доля хозяйств населения в производстве обуславливает низкий уровень урожайности и товарности отрасли, ограниченный ассортимент производимой овощной продукции, существенный объем импорта овощей на российский рынок и высокие цены.

2. Выявлено, что государственное регулирование импорта овощной продукции способствует защите отечественных производителей: 15%-ная пошлина на огурцы защищает отечественных сельхозтоваропроизводителей в течение всего срока ее действия. Ее снижение может негативно отразиться на их финансово-хозяйственной деятельности. Сравнительный анализ цен показал, что произведенные в России свекла, морковь, лук репчатый в любом квартале исследуемого периода дешевле импортных, что обеспечивает их ценовую доступность разным по уровню доходов группам населения.

3. Достижению рекомендованных норм потребления овощей населе-

нием будет способствовать увеличение площади посевов и ассортимента овощных культур, повышение урожайности за счет интенсификации отрасли. Сельскохозяйственная кооперация позволит внедрить передовые технологии производства, хранения, переработки и сбыта овощной продукции, поднять урожайность овощных культур, повысить уровень товарности и доходности овощеводства в малых формах хозяйствования.

Список использованных источников

1. Литвинов С.С. Борисов В.А. Современные направления развития овощеводства в Российской Федерации // Научное обеспечение отрасли овощеводства России в современных условиях: Сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Всероссийского НИИ овощеводства. – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2015. С. 16-23.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/home/en> (дата обращения: 24.03.2021).
3. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 (ред. от 01.12.2020)

«Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdrava-rossii-ot-19082016-n-614/> (дата обращения: 24.03.2021).

4. Статистические службы государственных ЕАЭС.

5. **Сирота С.М., Пинчук Е.В., Шевченко Т.Е.** Реалии российского рынка овощебахчевых культур в разрезе баланса производства и потребления продукции // Картофель и овощи. 2020. № 4. С. 3-9.

6. Состояние и перспективы развития овощеводства в странах Евразийского экономического союза / А.Ф. Разин [и др.] // Картофель и овощи. 2020. № 3. С. 11-15.

7. Экономика овощеводства: состояние и современность / А.В. Солдатенко [и др.] // Овощи России. 2018. № 5. С. 63-68.

8. Проблемы производства конкурентной овощной продукции / А.В. Солдатенко [и др.] // Овощи России. 2019. № 1. С. 3-7.

9. С начала года производство тепличных овощей увеличилось практически на треть [Электронный ресурс]. URL: <https://mcs.gov.ru/press-service/news/s-nachala-goda-proizvodstvo-teplichnykh-ovoshchey-uvlechilos-prakticheski-na-tret/> (дата обращения: 24.03.2021).

10. **Серова А.Ю.** Кооперация как инструмент развития малых форм хозяйствования // Картофель и овощи 2020. № 11. С. 13.

11. **Кузнецова Н.А., Ильина А.В., Королькова А.П.** Развитие экспортного потенциала малого и среднего агробизнеса: региональный аспект. Экспортный потенциал России: состояние и перспективы (Никоновские чтения – 2017) // Матер. XXII Междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 206-208.

12. **Ковальчук Ю.К., Тулин Е.В., Пермяков Е.Г.** Главные риски в исполнении национальной стратегии президента // Картофель и овощи. 2019. № 1. С. 3-7.

13. Анализ импорта овощей и некоторых съедобных корнеплодов и клубнеплоды (код ТНВЭД 07) за январь-декабрь 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://statimex.ru/statistic/07/import/def/world/RU/> (дата обращения: 24.03.2021).

14. Таможенная статистика внешней торговли РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.customs.ru> (дата обращения: 24.03.2021).

15. Указ Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70711352> (дата обращения: 24.03.2021).

16. Потребительская и продовольственная корзина в России [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinfostat.ru/potrebitelskaya-korzina/> (дата обращения: 24.03.2021).

Analysis of the State of Production and Consumption of Vegetables in the Russian Federation

A.P. Korolkova

(Rosinformagrotekh)

M.V. Shatilov

(All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, a branch of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing)

Summary. It is shown that the level of consumption of vegetable products by the population of the Russian Federation is significantly lower than the standards recommended by the Ministry of Health of Russia and the World Health Organization. The dynamics of production, the level of marketability, exports and imports, the ratio of prices for domestic and imported vegetable products have been analyzed. The assessment of consumption of vegetable products by region, by federal district, by group of the population having different income levels is provided. Proposals have been prepared for the development of production and growth of consumption of vegetables by the population of the Russian Federation.

Keywords: vegetables, consumption rate, open and protected ground, market, export, import, price, duty.

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ

agro-32.ru

16–17 июля 2021

Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино

ДЕНЬ БРЯНСКОГО ПОЛЯ

ОРГАНИЗАТОРЫ
Департамент сельского хозяйства Брянской области
Выставочная фирма «Центр»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: РОСТСЕЛЬМАШ

ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ: ТЕХНОДОМ, avgust, БРЯНСКСЕЛЬМАШ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР: АГРОНОВА

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК УДОБРЕНИЙ: ФОСАГРО РЕГИОН

АГРО ЭКСПЕРТ ГРУП

Т./ф. (473) 233-09-60
agro@vfcenter.ru

ВЫСТАВКА АГРОС-2021 – ДОЛГОЖДАННОЕ СОБЫТИЕ, ВЕРНУВШЕЕ ОТРАСЛЬ ЖИВОТНОВОДСТВА К ПРИВЫЧНОМУ УРОВНЮ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ

18-20 мая 2021 г. в МВЦ «Крокус Экспо» (Москва) при поддержке Минсельхоза России прошла Международная выставка племенного дела и технологий для животноводства и кормопроизводства АГРОС.

Одно из самых значимых, востребованных и долгожданных событий отрасли животноводства собрало на своей площадке 278 участников из 22 стран. Большой интерес специалистов к экспозициям участников и мероприятиям деловой программы задал однозначный вектор на возвращение бизнеса к своему привычному уровню активности.

Выставка АГРОС подтвердила свой статус ведущей выставки в России для профессионалов в области животноводства и кормопроизводства и продемонстрировала в этот непростой период значимость живых, личных встреч для бизнеса.

На выставке АГРОС российские и международные производители представили самые современные решения для эффективного животноводства: оборудование для содержания и кормления крупного и мелкого рогатого скота, свиней, птицы, кроликов и других видов сельскохозяйственных животных, технику и продукты для производства, заготовки и хранения кормов, цифровые и умные технологии, племенной материал, корма и кормовые добавки, продукты ветеринарии и гигиены животных и др.

В рамках официальной церемонии открытия выставки Геннадий Шичкин, заместитель директора Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России, зачитал официальное приветствие Первого заместителя министра сельского хозяйства Российской Федерации Джамбулата Хатуова. Руководство Минсельхоза России отметило высокий уровень мероприятия и его важность в развитии российского АПК.

С приветственным словом также выступили министр сельского хозяйства и продовольствия Московской области Сергей Воскресенский, первый заместитель генерального директора АО «Росагролизинг» Александр Сучков, генеральный директор Национального союза производителей молока и председатель выставочного совета АГРОС Артем Белов,

советник по делам сельского хозяйства, рыболовства и лесного хозяйства Посольства Германии в Москве Стефан Гершевский и генеральный директор ДЛГ РУС Геннадий Мындыру.

В АГРОС приняли участие ведущие производители доильного оборудования (ДеЛаваль, GEA, Lely, Holm & Laue, Kurtsan, Milkrite-Interpuls, Milkplan, Промтехника (Fullwood Packo), ЭкоНива), племенного дела и торговли животными (Агроальянс, Alta Genetics, Cogent, Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Hunland, Masterrind, Московское по племенной работе, Semex, Scanova, Центрплем, Vaex, ZVE), производители кормосмесителей и техники для кормозаготовки (Bag Budissa, Колнаг, Краснокамский РМЗ, KUHN, JCB, Интех, RMH, Siloking, Teagle, Weidemann и др.). Направление навозоудаления было представлено компаниями BAUER, Биокомплекс, Поток, Сантекс, Stallkamp и др.

Впервые в таком широком формате была представлена генетика в свиноводстве: Breeders of Denmark, Dan Bred, Genesus, Евроген, Генетика ПИК, Suissepigs, Topigs CIS.

Экспозиция кормов, кормовых добавок, продуктов ветеринарии и оборудования для производства комбикормов пополнилась новыми участниками. Кроме традиционных участников, таких как Биотроф, Венера-вет, Доза-Агро, Lallemand, Ярвет, в АГРОС приняли участие Апекс Плюс, CHR Hansen, Борисовский завод «Металлист», Глазовский ККЗ, Nuverpharma, Капитал Прок, Кормовит, Лафид, Мобильные комбикормовые заводы, Фидимпорт (BASF), Schaumann, Zinpro, Zoetis.

Из смежных отраслей значимым новым участником и топливным партнером выставки стала компания «Газпромнефть – Региональные продажи», которая представила топливно-логистические решения для сельскохозяйственной отрасли.

При поддержке Федерального министерства продовольствия и сель-



ского хозяйства Германии на выставке была организована официальная коллективная экспозиция этой страны: 15 немецких производителей представили свои решения «Сделано в Германии» для профессионалов животноводства и кормопроизводства.

Насыщенная и разноплановая деловая программа – изюминка выставки АГРОС.

Ключевая тема программы АГРОС-2021 – «Здоровые животные – здоровые потребители». 52 деловых мероприятия были посвящены таким важным темам и направлениям, как молочное и мясное скотоводство, свиноводство, птицеводство, козоводство, органическое животноводство и пчеловодство, аквакультура, ветеринария и биологическая безопасность, государственное регулирование, кормозаготовка и кормопроизводство, генетика в молочном животноводстве и свиноводстве, идентификация животных, цифровизация и инновационное развитие АПК, агротуризм, энергоснабжение агропредприятий, финансовое управление предприятием.

Так, на пленарной сессии СОЮЗ-МОЛОКО «Повышение эффективности молочного животноводства: опыт лучших предприятий России» был представлен рейтинг крупнейших производителей молока и лидеров отрасли. Сессия была посвящена лучшим практикам повышения эффективности молочного животноводства.

Участники очередного заседания Евразийского Мясного Союза согласовали план совместных действий по синхронизации работы отраслевых Союзов в рамках взаимного сотрудничества по задачам ассоциаций, палат по породам КРС и развития профессионального индустриального рынка скота в ЕАЭС. В мероприятии приняли участие представители России, Казахстана, Киргизии, Армении, ЕЭК, сельхозтоваропроизводители и отраслевые эксперты. Организатор мероприятия – Национальный союз производителей говядины.

Вопросы развития производства органической аквакультуры в России были рассмотрены на панельной дискуссии «Аквакультура в производстве органической продукции». В рамках мероприятия выступили российские и зарубежные эксперты, которые рассказали о развитии этого направления в России и мире. Организаторы мероприятия - Национальный органический союз и Росрыболовство.

Сразу три мероприятия Национального союза свиноводов вызвали оживленный интерес посетителей: круглый стол «Здоровое свиноводство», семинар «Генетические инструменты для повышения экономической эффективности свиноводства» и круглый стол «Экспертное мнение. Как убедить потребителей есть больше свинины?»

Национальный союз птицеводов во главе с генеральным директором Сергеем Лахтюховым провел Панельную дискуссию «Птицеводство России. Конкурентоспособность на мировом рынке мяса птицы».

В рамках конференции «Инновационные тренды в кормозаготовке» выступили представители компаний-лидеров отрасли: John Deere, Claas, CNH, KRONE, KUHN, ЭкоНива, Росагролизинг. Самое большое количество заинтересованных слушателей на выставке АГРОС собрала панельная дискуссия «Роботизированное доение: «за» и «против», которую провел Президент Ассоциации «АСХОД» Павел Репников.

Технологии изготовления и использования кормов обсуждались на конференции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева «Кормопроизводство 2021: здоровые корма – здоровые животные».

Ведущих практиков и ученых в козоводстве собрала конференция «Современные технологии в молочном козоводстве – гарантия высокого качества продукции для здоровья человека». В рамках конференции рассматривались вопросы, имеющие большое значение как для крупных промышленных ферм, так и для хозяйств со стойлово-пастбищной технологией содержания коз. Организаторы конференции: ФГБНУ ВНИИплем, Ассоциация промышленного козоводства, ООО «ДЛГ РУС».

Впервые в рамках деловой программы АГРОС прошла конференция «Децентрализованное энергоснабжение предприятий АПК России». Эксперты презентовали аграриям различные технологии снижения затрат на энергоресурсы, а также финансовые механизмы, с помощью которых данные технологии можно внедрить в крестьянских и фермерских хозяйствах страны. Организаторы мероприятия – Ассоциация малой энергетики, Ассоциация предприятий солнечной энергетики и Российская Ассоциация ветроиндустрии.

Активное участие в деловой программе приняло руководство Минсельхоза России. Заместитель директора Департамента ветеринарии Минсельхоза России О.А. Бушева и заместитель директора Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России Г.И. Шичкин приняли участие в качестве спикеров и почетных гостей в круглом столе «Регулирование отрасли животноводства: как сбалансировать интересы агробизнеса, государства и потребителей», организаторы – Национальная мясная ассоциация и ООО «ДЛГ РУС». На круглом столе «Молочная генетика в российском животноводстве: через дикое поле к асфальту цивилизации» выступила заместитель директора Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России Г.Ф. Сафина. Организатор мероприятия – компания «Иннопрактика».

А.А. Муковнин, заместитель директора Департамента ветеринарии Минсельхоза России, выступил модератором и спикером конференции «Биологическая безопасность как основа обеспечения здоровья животных и развития отрасли животноводства» (организаторы – Минсельхоз

России и ФГБОУ ДПО РАКО АПК). Р.Х. Бибарсова, заместитель директора Департамента развития сельских территорий Минсельхоза России, выступила модератором и спикером круглого стола «Агротуризм и здоровый образ жизни» (организаторы мероприятий – Минсельхоз России и ООО «ДЛГ РУС»).

Российский союз сельской молодежи в рамках выставки «Агрос-2021» наградил победителей Международного финала бизнес-игры «Начинающий фермер» и провел Международный молодёжный агробизнес-форум, в котором приняли участие школьники, студенты и молодые специалисты, а также руководители партнерских РСММ молодежных организаций из стран-участниц бизнес-игры и почетные гости из России, Армении, Азербайджана, Белоруссии, Казахстана и Киргизии. В ходе дискуссии они обсудили вопрос вовлечения молодежи в аграрный бизнес в разных странах и поговорили о проекте программы «Кадры для села», который РСММ разрабатывает совместно с Росмолодежью, Минсельхозом, Минтрудом и Минобрнауки России по поручению Президента Российской Федерации.

На выставке состоялось награждение победителей конкурса инноваций AGROS Innovation Award и AGROS Best Product Award, а также подписание договора между АО Росагролизинг и компанией KUHN. Теперь российские фермеры смогут приобретать раздатчик кормов КРС модели KUHN SPW Intense по программам Росагролизинга на льготных условиях. Компания Lely Rus организовала для руководителей и специалистов в молочном животноводстве ознакомительный бизнес-тур на образцово-показательную роботизированную молочную ферму ЗАО «Совхозимени Ленина» споголовьем около 500 коров.

Главной задачей ДЛГ РУС как организатора выставки АГРОС является предоставление профессиональной коммуникационной площадки, которая будет приносить пользу каждому экспоненту, посетителю, участнику деловой программы и способствовать развитию агропромышленного комплекса России и стран ближнего зарубежья.

**АГРОС-2022 пройдет
с 25 по 27 января 2022 г.**



Специализированный
форум и выставка
по кормовым протеинам и
глубокой переработке
высокобелковых культур

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 22 сентября 2021

+7 (495) 585-5167 | info@proteintek.org | www.proteintek.org



Специализированный
форум и выставка
по новым пищевым протеинам

Растительное мясо, насекомые и
культивируемое "мясо из пробирки"

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 23 сентября 2021

+7 (495) 585-5167 | info@proprotein.org | www.proprotein.org

ТЕМЫ ФОРУМА:

- Технологии и рынки растительных и животных протеинов.
- Глубокая переработка растительного сырья.
- Технологии производства и применения протеинов в питании и кормлении животных.
- Растительные заменители мяса.
- Перспективные протеины, в том числе из насекомых.
- Биотехнологическое производство кормового белка из метана и другого сырья.
- Технологии производства искусственного мяса.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РЕКЛАМЫ:

- ✓ Форум и выставка "ПротеинТек" и "ПроПротеин" привлекут в качестве участников владельцев и топ-менеджеров компаний, что обеспечит Вам, как спонсору, уникальные возможности для встречи с новыми клиентами;
- ✓ Большой выставочный зал будет удобным местом для размещения стенда Вашей компании;
- ✓ Выбор одного из спонсорских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка





1–4 СЕНТЯБРЯ 2021

30-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



АГРОРУСЬ



ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЁР



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕКАНАЛ

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40

ДОБ. 2235, 2980



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

28 АВГУСТА — 5 СЕНТЯБРЯ 2021

ЯРМАРКА АГРОРУСЬ

**ВХОД. ПАРКОВКА.
АВТОБУС*
БЕСПЛАТНО**

* АВТОБУС
ОТ СТ. М. «МОСКОВСКАЯ»

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40, ДОБ. 2244, 2281