



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

Обладатель рекорда
производительности

для ВЫСОКИХ
РЕЗУЛЬТАТОВ
НА ВАШИХ ПОЛЯХ!

**Трактор
от Ростсельмаш
модели 370/400**

**НАДЕЖНЫЙ
И УНИВЕРСАЛЬНЫЙ**





ООО Издательский Дом «Светич» –
правообладатель товарного знака, оператор
и организатор выставки-демонстрации

V окружная специализированная выставка-демонстрация **День Уральского поля–2019**

1 августа 2019 года

**Курганская область,
Кетовский р-он, с. Садовое**

В рамках мероприятия:

Полевая выставка-демонстрация
техники, сортов, пестицидов
и агрохимикатов.
Участие регионов УрФО.
IV Межрегиональный
«Агротехнический форум
в Зауралье».

Подробнее
о мероприятии
по тел. 8-800-775-27-80

Сайт мероприятия **fieldday.ru**



ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Черноиванов В.И., Толоконников Г.К., Ранцева И.В. Структура подсистем в биомашсистемах 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Ростсельмаш готовит к запуску в производство кормоуборочные комбайны серии F 8

Инновационные технологии и оборудование

Кондрашов В.А., Ковалев М.М., Перов Г.А. Определение движущей силы игольчатой бороны при ее работе на полях с уклоном 10

Митрофанов С.В., Благов Д.А., Никитин В.С., Белых С.А. Цифровые технологии в проектировании систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях 14

Сорокин Н.Т., Журавлева О.И., Сорокин К.Н. Современные решения по формированию технологических комплексов для промышленной переработки органического сырья 18

Некрасов А.И., Подобедов П.Н., Некрасов А.А., Масленников П.А. Исследование влияния отказов электрооборудования распределительных подстанций на надежность электроснабжения 22

Агротехсервис

Родионова Е.А., Успенский И.А., Юхин И.А., Волченкова В.А. Инновационное устройство для контроля изнашивания тормозных накладок автомобилей сельскохозяйственного назначения 30

Севрюгина Н.С., Апатенко А.С. Цифровые системы и точность управления работоспособностью технологических машин в природообустройстве 35

Аграрная экономика

Тихомиров А.И., Маринченко Т.Е. Эффективность государственной поддержки племенного животноводства 39

Петухов Д.А., Свиридова С.А., Кравцова И.А. Исследование потребительских свойств зерноуборочных комбайнов с различными типами молотильно-сепарирующих устройств 43

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

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 www.rosinformagrotech.ru

© «Техника и оборудование для села», 2019

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 18.07.2019. Заказ 430



УДК 636.03; 512.581

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-2-7

Структура подсистем в биомашсистемах

В.И. Черноиванов,

д-р техн. наук, акад. РАН,
vichernoivanov@mail.ru

Г.К. Толоконников,

канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.,
gktolo@mail.ru

И.В. Ранцева,

инженер,
sekretarvi@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Даны результаты анализа дальнейшего развития теории биомашсистем в отношении введения в них динамики и структуры блока «Человек» биомашсистемы. Рассмотрены взаимоотношения функциональных систем и биомашсистем на основе составной структуры блока «Человек» и составной структуры блока акцептора результата действия функциональной системы.

Ключевые слова: системный подход, функциональная система, биомашсистема, жизненный цикл, решатель, акцептор результата действия, категорная теория систем.

Постановка проблемы

Динамические системы изучаются на уровне математических моделей со времён Ньютона, т.е. задолго до появления (в 1930-х годах) функциональных систем по П.К. Анохину и бума системного движения, начавшегося в 1960-е годы после работ Л. Берталанфи, М. Месаровича и других ученых. В работе [1] проанализирован подход Я.К. Вилемса [2] к определению и изучению динамических систем и подход академиков В.М. Матросова и С.Н. Васильева в отечественной системной науке. Последний подход важен не только в отношении динамики в системах, но и для дальнейшего развития категорной теории биомашсистем и её взаимодействия с логико-теоретико-множественными методами, применяемыми в этом подходе к системам.

Всякая система зарождается, развивается, функционирует и распадается, в этом состоит ее жизненный цикл. Если жизненный цикл весьма продолжителен, то говорят о системах, неограниченных во времени. О системах, ограниченных во времени, говорят как о локальных. Простейшие механические системы классических частиц имеют динамику, описываемую уравнениями Ньютона или Гамильтона, обычно это дифференциальные уравнения или их системы с начальными условиями. Решение дифференциальных уравнений движения выявляет динамику развития физической системы во времени. Однако сложные физические системы, как правило, не допускают явного решения уравнений движения, здесь используются численные методы. Теория динамических систем, неразрывно связанная с теорией дифференциальных уравнений, зародилась в работах А.М. Ляпунова, А. Пуанкаре, Д. Биркгофа, А.А. Маркова, В.В. Немыцкого, В.В. Степанова. Практические задачи потребовали расширения понятия динамической системы. На практике важнейшим вопросом теории систем является проблема реализации, которая заключается в подборе такой математической модели системы, которая наилучшим образом объясняет наблюдаемые данные как физических, так и других типов систем, включая экономические. Например, одна из важных практических задач состоит в построении модели системы из временных рядов данных, получаемых от системы путём измерений. Эти вопросы приводят к системам по М. Месаровичу вида «вход-выход», системам «вход-состояние-выход». В подходе Я.К. Вилемса оказалось, что в качестве динамических систем имеет смысл применение систем, определяемых как набор траекторий. Е.А. Барбашин вводит, изучает и

применяет определение системы, в которой отсутствует свойство единственности траекторий.

Большое направление связано с системами, не имеющими неограниченного продолжения во времени (локальные системы Дж. Селла и О. Гаека). Именно к этому типу систем следует отнести возможные модели для биомашсистем с указанным выше их жизненным циклом. Отметим, что общие биомашсистемы не охватываются понятием локальных систем по Селлу и Гаеку.

Значительное развитие получили системы, связанные с уравнениями в банаховом пространстве. Это системы с последствием и системы, описываемые стохастическими дифференциальными уравнениями, интегро-дифференциальными уравнениями в работах М.А. Красносельского, В.М. Миллионщикова, М.Г. Крейна, Г. Уитни и других специалистов по теории систем. В целях включения в теорию систем дискретных систем и систем, описываемых конечно-разностными уравнениями, О. Гаеком введены абстрактные процессы как обобщения динамических систем. Имеются применяемые на практике обобщения динамических систем А.А. Мовчана, В.И. Зубова и других ученых, постепенно вырабатывается понятие процесса в точном математическом смысле. На этом уровне возникают абстрактные управляемые системы по Р. Калману, нашедшие многочисленные применения на практике, появляется понятие динамической полисистемы с дальнейшим отказом от явного рассмотрения зависимости движений от времени с концентрированием изучения лишь множества достижения в пространстве событий системы. В.М. Матросовым в работе [3] отмечается, что ключевые трудности выработки «математического аппарата описания процессов функцио-

нирования, развития и управления в системах связаны, прежде всего, с тем, что он должен, с одной стороны, иметь высший уровень сложности, а с другой, – допускать формулировку и изучение в своих терминах основных динамических свойств системы и позволить возвращение к возможным конкретным системам... как частным случаям». В.М. Матросовым было дано определение систем процессов, включающее в себя как частные случаи основные перечисленные выше варианты понятия системы, разработан глубокий метод изучения систем, называемый методом сравнения в динамике систем, развитие которого подытожено в работе [4]. В дальнейшем метод сравнения был развит и обобщен академиком С.Н. Васильевым вместе с понятием системы на основе применения методов решения логических уравнений математической логики и в настоящее время является одним из наиболее общих, с одной стороны, а, с другой стороны, согласно процитированному замечанию В.М. Матросова допускающим выход на практические задачи, включая системы управления машинами и механизмами. Направление подытожено в монографии «Интеллектуальное управление динамическими системами» [5]. Логико-теоретико-множественный подход к системам продолжает интенсивно развиваться [6].

Введение динамики в биомашсистемы и их категорное обобщение [7] требует разработки логико-категорной объединяющей платформы для подхода С.Н. Васильева и категорной теории биомашсистем.

Цель исследований – разработка структуры блока «Человек» в биомашсистемах и связанные с этим понятия.

Материалы и методы исследования

Рассматривается дальнейшее развитие теории биомашсистем в отношении введения динамики, что позволяет провести анализ структуры блока «Человек» биомашсистемы. Указанный анализ опирается на введенное понятие жизненного цикла биомашсистемы. Блок

«Человек» триады «Человек-Машина-Живое» биомашсистемы представлен в виде нескольких подблоков, первый из которых относится к человеку-оператору, непосредственно управляющему машиной в процессе её работы, второй – отражает творческую, конструкторскую природу основного блока и т.д. (рис. 1). Изучалось неформальное описание динамики и жизненного цикла биомашсистем.

В ходе исследований применены информационные методы, включая аналитические, статистические методы обработки и анализа информации, методы современного системного подхода.

Результаты исследований и обсуждение

Жизненный цикл биомашсистемы

Основное неформальное определение биомашсистемы отражено в следующей схеме, в которой еще не были освещены в необходимой мере вопросы динамики: зарождение, развитие, функционирование и разрушение биомашсистемы – то, что мы называем ее **жизненным циклом**.

Жизненный цикл машины схематично представлен на рис. 2.

Как и всякая система, биомашсистема возникает и функционирует при наличии системообразующего фактора, для сельскохозяйственных биомашсистем им является получение сельхозпродукции определенных качества и объема. Для получения продукции нужно, как правило, несколько машин с операторами, различные живые объекты, включая продуктивных животных, растения или биомассы. У такой биомашсистемы имеются соответствующие подсистемы, отвечающие, например, в случае земледелия, посадке зерновых, возделыванию и уборке. У каждой из подсистем имеется свой системообразующий фактор, подчиненный результату общей биомашсистемы, состоящий в получении сельхозпродукции. Поскольку такой системообразующий фактор, как получение сельхозпродукции, действует многие годы, то по необходимости происходит периодическая замена выработавших ресурс подсистем на их новые образцы. Поэтому вводится понятие жизненного цикла как системы, так и подсистем. При этом

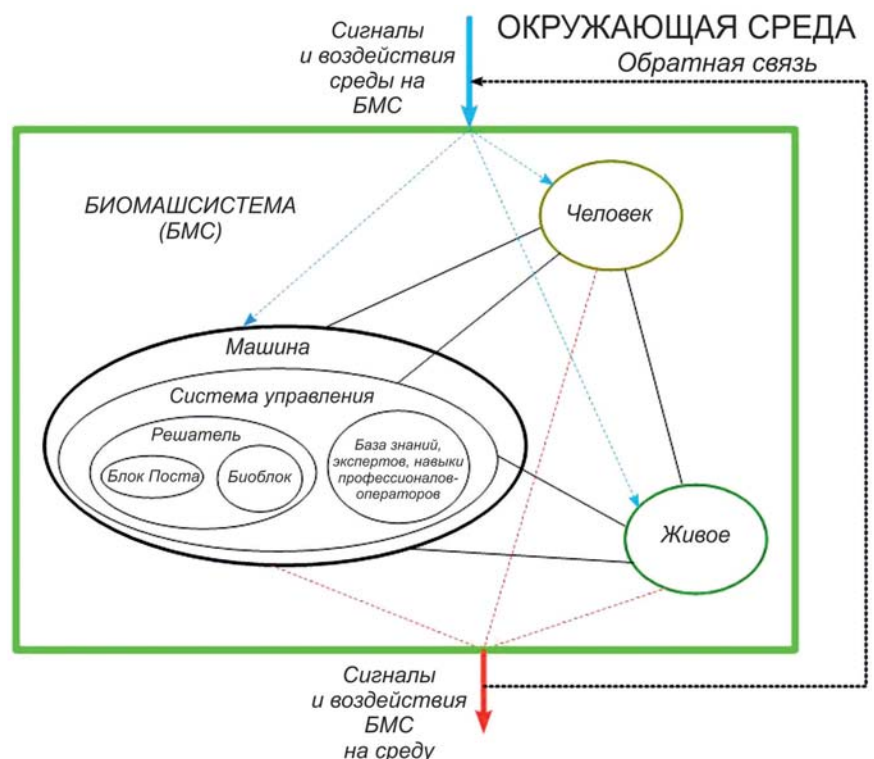


Рис. 1. Схема биомашсистемы



Рис. 2. Жизненный цикл машины

жизненный цикл подсистемы может отличаться от ее жизненного цикла как системы, которой в силу принципа иерархии она является.

Имеются два очевидных варианта распада биомашсистемы (как и общей категорной системы [8]): когда механизмов сохранения системы у системообразующего фактора становится недостаточно и когда разрушается сам системообразующий фактор. В обоих случаях система прекращает свое существование.

Подготовка в биомашсистеме к выходу из строя отрабатывающей свой ресурс подсистемы, а также модернизация системы может приводить к замене подсистем на более совершенные. Подобная замена подсистем включается в жизненный цикл биомашсистемы, а для проектируемых человеком биомашсистем данное требование является обязательным, на что можно смотреть как на научно-обоснованную рекомендацию для процесса проектирования машин и механизмов. Интуитивно это требование исполнялось (и исполняется, но менее систематическим образом) в управленческой практике, когда специалистов и руководство предприятия реально готовят к смене выходящих на пенсию сотрудников.

Модуль «Человек» в биомашсистеме имеет сложную структуру. В первую очередь, очевидно, что необходимо вычлнить человека-оператора, собственно, комбайнера в комбайне, водителя и других операторов сельхозмашин. Однако этим не исчерпывается данный модуль. Действительно, интеллектуальная составляющая присутствует в самой машине, уже при её проектировании в нее закладываются интеллектуальные решения, которые следует отнести к модулю «Человек». Второй аспект интеллектуального присут-

ствия человека-конструктора очевиден при модернизации машины, имеющей место в ее жизненном цикле (см. рис. 2). Следующий момент относится к продуктивному животному («живому») биомашсистемы. Ключевой спецификой «живого» биомашсистемы является вложенный в селекцию, выведение пород, генную инженерию и т.п. интеллектуальный вклад человека, присутствующий в модуле «Живое» биомашсистемы. Роль модернизации машины для «живого» исполняет улучшение породы, новые правила ухода, внедряемые в биомашсистему в процессе её жизненного цикла. Более того, сам оператор машины подвержен изменениям, касающимся его работы – повышение квалификации, дообучение по методикам, разрабатываемым человеком-преподавателем. Итак, в структуру модуля «Человек» входит (рис. 3), по крайней мере, пять взаимодействующих между собой как непосредственно, так и опосредованно

подструктур: человек-оператор (живой организм которого управляется функциональными системами в последовательности системоквантов); человек-конструктор, проектирующий и модернизирующий машину; человек-селекционер, улучшающий продуктивность живого; человек-зоотехник, ухаживающий за животными («живым») и человек-учитель, переподготавливающий оператора машины в процессе жизненного цикла биомашсистемы, а также дообучающий (повышение квалификации и т.п.) зоотехника современным технологиям ухода за животным («живым»).

Предполагается дальнейшая детализация блока «Человек», а также блоков «Машина» и «Живое». Но уже на данном этапе приходим к подсистеме людей, связи между которыми осуществляются не столько в режиме реального времени, сколько в разное время или даже опосредованно. Подобные системы с опосредованным взаимодействием подсистем, по-видимому, не изучались.

Вернемся к вопросу распада биомашсистемы на завершающем этапе жизненного цикла.

В функциональной системе по П.К. Анохину системообразующий фактор, как правило, суть результат, полезный для организма. В то же время Г.Н. Крыжановским многие годы

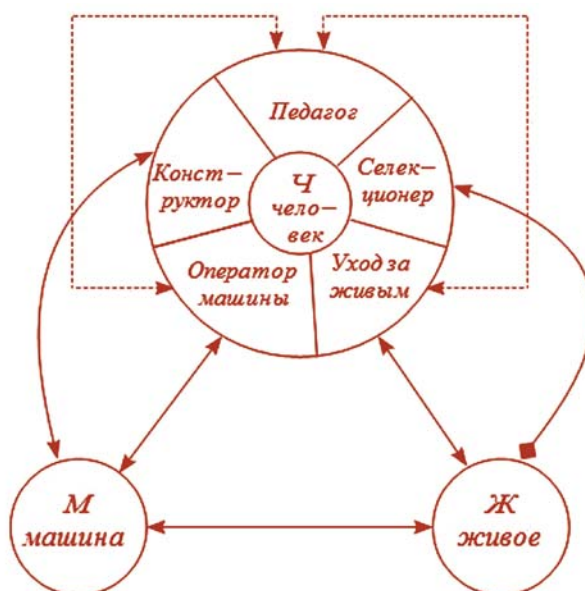


Рис. 3. Структура модуля «Человек» биомашсистемы

развивалась теория патологических систем как основа для теоретической медицины [10].

Однако здесь болезнь, патология имеет деструктивный для организма характер, и результат функционирования патологической системы для организма отрицателен. Тем не менее в этом случае результат является для патологической системы системообразующим фактором. Оказалось, что если не все, то многие патологические системы в организме возникают при сбоях имеющихся функциональных систем. Картина возникновения, функционирования и разрушения патологических систем близка к аналогичной картине для функциональных систем. В категорной теории систем [8] имеется обобщение патологической системы, категорные функциональные системы разбиты на два класса – класс категорных функциональных физиологических систем, отвечающих классическим функциональным системам по П.К. Анохину, и класс категорных функциональных патологических систем, моделирующий патологические системы по Г.Н. Крыжановскому.

Одно из важных следствий теории патологических систем состоит в факте наличия некоторого критического количества патологических подсистем в организме, которое оказывается достаточным, чтобы компенсаторная деятельность функциональных систем не смогла предотвратить разрушение организма.

Обобщение подобного механизма с физиологии на биомашсистемы позволяет анализировать причины разрушения биомашсистем, относящиеся к развитию и функционированию патологических для биомашсистемы подсистем, здесь также имеется критический уровень патологических подсистем, превышение которого ведёт к разрушению биомашсистемы: воздействие механизмов системообразующего фактора на подсистемы оказывается недостаточным для сохранения биомашсистемы.

В классической теории функциональных систем при достижении результата функциональная система разрушается (тормозится, переходит

в латентное состояние, оставляет лишь следы в памяти и т.п.), так как результат достигнут и системообразующий фактор исчезает вместе с механизмами, собирающими функциональную систему. Этот естественный этап развития функциональной системы также действует в биомашсистемах и категорной теории систем.

Функциональные системы биомашсистемы

Подсистема «Человек» биомашсистемы сама является системой согласно принципу иерархии. Систообразующий фактор этой подсистемы – результативное функционирование в качестве подсистемы биомашсистемы, представляемой своим набором системоквантов во времени.

В подсистеме «Человек» биомашсистемы, как это выделено выше, имеются непосредственно описываемые теорией функциональных систем (последовательностью соответствующих системоквантов) оператор машины и зоотехник, ухаживающий за животным, а также само животное («живое»). Здесь для изучения биомашсистемы полностью используются достижения теории функциональных систем. В данной работе остановимся на взаимоотношениях теорий функциональных систем и биомашсистем в отношении блока «Человек». Этот блок, как показано выше, представляет собой систему

с подсистемами в виде людей, причём взаимодействующих, в том числе опосредованно, не в одно и то же время. Расщепление блока «Человек» биомашсистемы на отдельные подсистемы оказывается в другом ракурсе, нежели подобное расщепление подсистемы акцептора результата действия, открытое и биохимически обоснованное С.К. Судаковым [11, 12]. Некоторые гипотезы о структуре акцептора результата действия возникли в результате изучения этого объекта, но окончательный вариант такой структуры получил детальное экспериментальное обоснование и предложен в работе [11].

Данный важный аспект наличия и свойств подструктур подсистем биомашсистемы и функциональной системы продолжает начатое в работе [13] изучение сходства и различий функциональных систем и биомашсистем.

Рассмотрим указанную составную структуру акцептора результата действия функциональной системы, её приложения и сопоставление со структурой блока «Человек» биомашсистемы. Мы не касаемся сложных биохимических аспектов, лишь опираемся на обоснованные в работе [11] выводы.

Акцептор результата действия у человека и млекопитающих имеет сложную структуру (рис. 4), включающую компонент опережающего подкрепления, как положительного, так и отрицательного. Этот компо-

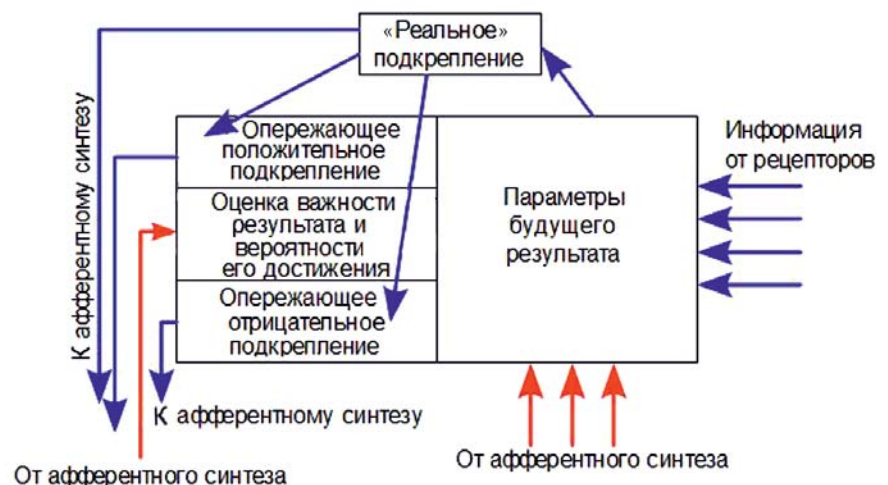
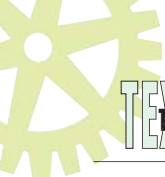


Рис. 4. Структура акцептора результата действия [11]



нент также использует вероятностную оценку будущего результата, на основе которой формируется либо положительное опережающее подкрепление, эмоционально связанное с приятными ощущениями, либо отрицательное опережающее подкрепление с выраженными отрицательными эмоциями, например, ощущениями тревожности. До работы [11] аппарат акцептора результатов действия рассматривался только как оценивающий параметры достигнутого результата.

Хорошо известно, что достижение млекопитающим потребного результата сопровождается приятными эмоциональными ощущениями. С другой стороны, при несовпадении параметров достигнутого результата с параметрами, заложенными в акцепторе результата действия, возникают отрицательные эмоции. Это положительное и отрицательное подкрепление.

Существует как реальное подкрепление при достижении или недостижении необходимого результата, так и «виртуальное», которое наступает до завершения поведенческого акта и связано с предвкушением достижения (или недостижения) результата. «Виртуальное» положительное и отрицательное подкрепление, связанное с ожиданием получения результата, имеет чёткие нейрохимические механизмы [11]. Упрощенно говоря, указанные механизмы сводятся к следующему. При опережающем положительном подкреплении ингибируются определённые ГАМК-содержащие нейроны, тормозящие дофамин-синтезирующие нейроны, после чего происходит выделение дофамина, что приводит к соответствующему положительному эмоциональному состоянию. При опережающем отрицательном подкреплении используются хорошо изученные механизмы, вызывающие состояние тревожности в организме. Как известно, здесь основную роль играет состояние миндалины. Модуляция как по выделению дофамина, так и в отношении гипервозбудимости миндалины осуществляется опорным ядром терминального тяжа (*BNST*).

При этом оцениваются не только параметры будущего результата, но и вероятность его достижения.

Непосредственное применение открытых нейрофизиологических и нейрохимических механизмов опережающего подкрепления акцептора результатов действия может быть найдено в животноводстве. Учёт состояния животного и влияние этого состояния на продукцию проводится уже с конца прошлого века, однако указанное вскрытие биохимических механизмов выводит проблему на новый научно-обоснованный уровень, что должно не просто улучшить найденные опытным путём технологии, а привести к существенному повышению продуктивности и качественных показателей.

Приведём некоторые примеры учёта влияния состояния животных на качество продукции. Убой сельскохозяйственных животных, проводимый традиционным способом, сопровождается сильнейшим стрессовым состоянием животного, предчувствующего свою участь. Оказывается, если вывести каким-либо способом животное из состояния стресса, чтобы нивелировать предчувствие, то качество мяса становится существенно выше. В крупных убойных отделениях предприятий свиноводства применяются конвейеры: животные гонятся на убой одно за другим, акт убоя механизирован выхватыванием животного из очереди, при этом фактически присутствуют остальные животные. Изменение технологии в сторону учета состояния животного состоит в выделении небольших партий свиней (по 15-20 особей), создании для них на некоторое время комфортных условий с последующим неожиданным для животных осуществлением акта убоя (кратковременное воздействие газом с дальнейшим стандартным актом убоя). Интересное решение в достаточно распространенной технологии убоя овец состоит в использовании дрессированного барана, который ведёт группу животных на убой, о чём животные не подозревают. Сам дрессированный баран избегает убоя. Учёт состояния дойных коров перед дойкой и в процессе нее проводят,

создавая перед дойкой комфортные условия, чтобы животные шли на неё, как на отдых, во время нее принимают меры для улучшения микроклимата (подходящая температура, удаление аммиака и т.п.).

Как видим, изучение структуры блоков функциональной системы приводит к практически важным результатам, включая их применение в сельскохозяйственных биомашсистемах. С точки зрения выявления взаимоотношений функциональных и биомашсистем углубленное изучение их структуры обнаруживает существенные отличия этих системных образований. Блок «Человек» биомашсистемы, казалось, является непосредственным приложением функциональных систем, поскольку организм человека занимает центральное место в этой теории. Проведённое выше изучение структуры блока «Человек», однако, ввиду специфики биомашсистемы (наличия «живого» и др.) привело к возможности лишь частичного применения теории функциональных систем к подсистемам этого блока (оператор машины и др.), опосредованная природа подсистем этого блока не затрагивается теорией функциональных систем. С другой стороны, структура акцептора результата действия, обоснованная в работе [11], носит физиологическую нейробиологическую направленность, не отражает каких-либо свойств необходимой в биомашсистемах подсистемы «Машина». Описанные результаты о составе акцептора результата действия и блока «Человек» биомашсистемы позволяют говорить о принципиальных различиях функциональных и биомашсистем в отношении их структуры. Тем не менее указанные результаты находят практические приложения в агропроизводстве.

Выводы

1. В отличие от машин, рассматриваемых в традиционных эргатических системах, для сельхозмашин принципиальным требованием является учет работы машины с продуктивными животными, растениями, биомассами, в общем, с «живым». Другими словами,

необходим учет того, что сельхоз-машина – лишь одна из подсистем биомашсистемы. В настоящее время при проектировании сельхозмашин используется подход, как к машинам эргатических систем, что явно снижает эффективность их использования.

2. Среди требований, вытекающих из проведенного рассмотрения динамики биомашсистем, при проектировании сельхозмашин и механизмов возникает необходимость учета замены деталей и самой машины в жизненном цикле биомашсистемы. Более того, машина – лишь звено биомашсистемы, и при конструировании машины необходимо учесть тип биомашсистемы, в частности, предусмотреть типовую подготовку к модернизации и возможной смене машины (ее частей) на другие машины (вплоть до своеобразного технического «апоптоза» машины).

3. Аналогичная задача выясняется и по отношению к оператору машины, имея ввиду некоторый диапазон возможностей, например, разброс состояний организма оператора во время управления машиной (скорость реакции, состояние здоровья и др.). Конструктор машины должен уделить внимание возможности подготовки машины к смене оператора в биомашсистеме. Отметим, что вне биомашсистемы, как это принято сейчас при проектировании машин и механизмов, подобные требования просто не учитываются.

4. Найденная внутренняя структура подсистемы «Человек» биомашсистемы будет в дальнейшем подвергнута детализации, как и частично намеченные в данной работе структуры подсистем «Живое» и «Машина» биомашсистемы.

Список

использованных источников

1. Черноиванов В.И. Биомашсистемы: возникновение, развитие перспективы // Биомашсистемы. 2017. Т. 1. № 1. С. 7-58.
2. Теория систем. М.: Мир, 1989. 384 с.
3. Матросов В.М. Метод сравнения в динамике систем // Дифференциальные уравнения. 1974. Т. 10. № 9. С. 1547-1559.

4. Матросов В.М., Анапольский Л.Ю., Васильев С.Н. Метод сравнения в математической теории систем. Новосибирск: Наука, 1980. 481 с.

5. Интеллектуальное управление динамическими системами / С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федун. М.: Физматлит, 2000. 352 с.

6. Васильев С.Н., Дружинин А.Э., Морозов Н.Ю. Вывод условий сохранения свойств математических моделей. ДАН, 2015. Т. 465. № 1. С. 14-19.

7. Биомашсистемы. Теория и приложение. Т. 2. Под ред. акад. В.И. Черноиванова. М.: Росинформагротех, 2016. 214 с.

8. Толоконников Г.К. Манифест: нейрографы, нейрокатегории и категорные склейки // Биомашсистемы. 2017. Т. 1. № 1. С. 59-146.

9. Толоконников Г.К. Патологические и функциональные системы. Категорный подход // Матер. V междунар. междисциплинарной конференции. Холкидики (Греция), 2019: Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. С. 187-189.

10. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Функциональные системы как основа для биомашсистем // Матер. V Междунар. междисциплинарной конф. Холкидики (Греция), 2019: Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. С. 199-202.

11. Судаков С.К. Двухкомпонентная структура акцептора результата действия в функциональной системе поведенческого акта // Биомашсистемы. 2018. Т.2. № 1. С. 118-126.

12. Судаков С.К. Физиологические механизмы опережающего отражения действительности // Матер. V Междунар. междисциплинарной конф. Холкидики (Греция), 2019: Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. С. 187-189.

13. Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. Биомашсистемы, функциональные системы и категорная теория систем // Вестник ВНИИМЖ. 2017. № 2. С. 32-41.

Subsystem Structure in Biological Machine Systems

V.P. Chernov, G.K. Tolokonnikov, I.V. Rantseva

(VIM Federal Scientific and Engineering Center)

Summary. The results of the analysis of the further development of the biological machine system theory in relation to the introduction of the dynamics and structure of the "Human" block of the biological machine system are given. The interrelations of functional systems and biological machine systems are discussed based on the composite structure of the "Human" block and the composite structure of the functional system action result acceptor block.

Keywords: system approach, functional system, biological machine system, life cycle, solver, action result acceptor, categorical theory of systems.



Ростсельмаш готовит к запуску в производство кормоуборочные комбайны серии F

В ближайшее время Ростсельмаш планирует запустить в производство новые кормоуборочные комбайны, построенные на базе глобальной платформы и существенно отличающиеся от выпускаемых в настоящее время DON 680M и RSM 1401 как по механике, так и по оснащению электронными системами. На данный момент компания заявляет четыре машины в двух сериях: F 1300 и F 2450 / 2550 / 2650.

Все модели имеют мосты с гидроприводом и шины увеличенного типоразмера, что автоматически повысило ходовые качества машин, комфорт для оператора, упростило установку автопилота. Для всех комбайнов предусмотрено исполнение с полным приводом. По-прежнему машины комплектуются воздушными компрессорами с ресивером.

Благодаря системе быстрой навески присоединение адаптеров занимает порядка 5 мин. Элементы системы копирования рельефа размещены на рамке питателя, что позво-

лило свести к минимуму расстояние между ним и адаптером. Благодаря этому удалось достичь более высокой стабильности процесса на любых допустимых скоростях, а также обеспечить копирование рельефа вне зависимости от используемого адаптера.

Питающие аппараты – четырёх-вальцовые с шириной приемного окна 680 мм. Предусмотрена возможность установки сменных накладок на гребенках валцов питателя для изменения уровня «агрессивности» подачи массы. Узлы подпрессовывают массу с усилием в 2600 кг

и формируют плотный ровный ее поток к измельчителю. Увеличена грузоподъемность узла, что дало возможность агрегатировать машины с более производительными жатками. Кроме того, устранена необходимость демонтажа питателя для замены ножей на измельчающем аппарате.

Для всех моделей предусмотрены вальцовые доизмельчители с разницей скоростей вращения валцов (Ø190 мм) в 20 %. Они обеспечивают не менее чем 98%-ное рушение зерен молочно-восковой спелости.

Кормоуборочные комбайны серии F 1300



Кормоуборочный комбайн RSM F 1300 рекомендован для эксплуатации в хозяйствах средней величины. Одна машина способна подготовить к закладке до 10 000 т силосуемой массы.

Измельчающий барабан, доизмельчитель и ускоритель массы приводятся в действие ременной передачей напрямую от двигателя. В свою очередь, валцы питающего аппарата «запитаны» от измельчающего барабана, а рабочие органы адаптеров – от питателя. Эта схема позволила синхронизировать скорости вращения всех узлов, что благотворно сказывается на всем технологическом процессе.

Основные технические характеристики комбайна RSM F 1300 представлены в табл. 1.

Кормоуборочные комбайны серии F 2450 / 2550 / 2650



Кормоуборочные комбайны серии F рекомендованы к применению в крупных хозяйствах с большим поголовьем скота и, соответственно, заготавливающих большой объем влажных кормов. Возможности F 2450 / 2550 / 2650 – от 4 000 т силоса на одну машину.

Значительное внимание уделено автоматизации процессов: практически все операции инициируются в одно-два касания монитора или нажатием одной-двух кнопок на панели управления и джойстике. Теперь можно на ходу изменять длину резки массы, а операция замены звездочек исключена. В базовой комплектации предполагается механическая регулировка зазора, опционально – электрическая.

Основные технические характеристики комбайнов серии F 2000 представлены в табл. 2.

Таблица 1. Характеристики кормоуборочного комбайна RSM F 1300

Двигатель	ЯМЗ 238ДЕ2
Мощность, л. с.	330
Скорость рабочая/транспортная, км/ч	15/25
Вместимость топливного бака, л	750
Длина резки, мм	4/7/10/17, ступенчато; при снятых ножах (50%) 8/14/20/34
Измельчающий барабан:	с шевронной установкой в четыре ряда с возможностью снятия половины ножей
диаметр, мм	630
ширина, мм	730
число ножей	48 (травяные или кукурузные)
частота вращения, мин ⁻¹	1200
Заточное устройство	автоматическое
Подвод противорежущего бруса	ручной (автоматический - опционально)
Регулировка зазора подбарабана	автоматическая
Доизмельчитель/травяная шахта	полуавтоматическая установка
Ускоритель выгрузки:	с регулировкой зазора между лопастями и задней стенкой
диаметр, мм	540
частота вращения, мин ⁻¹	2400
Силосопровод:	с подъемом и опусканием, противонаездным устройством, сменными пластинами
высота выгрузки, мм	6200
угол поворота	226°
удлинитель, мм	720
Универсальная система внесения консервантов:	
вместимость бака:	
для разбавленных препаратов, л	390 (в базовой комплектации)
для концентратов, л	30 – опция
система подачи (концентрат в силосопровод, разбавленных – в ускоритель)	опция
Система дистанционного мониторинга Agrotronic	опция
Автоматическая централизованная система смазки	опция

Таблица 2. Характеристики кормоуборочных комбайнов серии F 2000

Показатели	F 2450	F 2550	F 2650
Двигатель	OM 471 LA	OM 473 LA	
Мощность, л. с.	462	500	610
Скорость рабочая/транспортная, км/ч	25/40		
Вместимость топливного бака, л	1500		
Длина резки, мм	4-22, бесступенчатое изменение (или 8-44 – с половиной комплекта ножей)		
Измельчающий барабан:	с шевронной установкой в четыре ряда с возможностью снятия половины ножей		
диаметр, мм	630		
ширина, мм	730		
число ножей	48 ножей (травяные или кукурузные)		
частота вращения, мин ⁻¹	1200		
Заточное устройство	автоматическое		
Подвод противорежущего бруса	автоматический		
Регулировка зазора подбарабана	автоматическая		
Доизмельчитель/травяная шахта	автоматическая установка в канал		
Ускоритель выгрузки:	с регулировкой зазора между лопастями и задней стенкой		
диаметр, мм	540		
частота вращения, мин ⁻¹	2400		
Силосопровод:	со сменными пластинами		
высота выгрузки, мм	6300		
угол поворота	220°		
удлинитель, мм	720		
Универсальная система внесения консервантов:			
вместимость бака, л:			
для разбавленных консервантов	390		
для концентрированных консервантов	30		
подача консервантов	концентрат – в силосопровод, разбавленные – в ускоритель		
Система дистанционного мониторинга Agrotronic	+		
Автоматическая централизованная система смазки	33 точки +		

На кормоуборочные комбайны F 1300 устанавливают кабины Comfort Cab и бортовую систему Adviser II, на комбайны F 2000 – Comfort Cab II и бортовую систему Adviser III, аналогичные по функциональности, эргономике и комфорту рабочему месту топовых моделей зерноуборочных комбайнов (RSM 161, TORUM 785).



УДК 631.358.072

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-10-13

Определение движущей силы игольчатой бороны при ее работе на полях с уклоном

В.А. Кондрашов,

аспирант,
vik3353@yandex.ru

М.М. Ковалев,

д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
m.kovalev@vniiml.ru

Г.А. Перов,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
vniiml2@mail.ru

(ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»)

Аннотация. Приведены результаты исследований по поверхностной предпосевной обработке почвы под мелкосемянные культуры, биологической особенностью которых является высокое требование к поверхностному слою почвы в предпосевной период. Показано, что наиболее перспективным для такой обработки почвы является использование игольчатых борон. Даны результаты теоретических исследований работы игольчатой бороны на полях со склонами (уклонами) поверхности. Приведены зависимости для определения движущих сил игольчатой бороны при работе агрегата на полях с подъемом поверхности поля и его уклоном вниз.

Ключевые слова: почва, угол уклона поля, игольчатая бороны, иглы, диск, движение, сила.

Постановка проблемы

Одной из важнейших операций при возделывании сельскохозяйственных культур является обработка почвы, способы и качество выполнения которой во многом определяют урожайность, качество получаемой продукции, сохранение и повышение плодородия почвы на долгосрочную перспективу. В результате обработки почвы происходит мобилизация ее плодородия, усиливается минерализация органического вещества, улучшаются физические свойства пахотного слоя, создаются необходимые условия для посева семян и произрастания растений в течение периода вегетации.

Поэтому в стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения особое внимание уделено выпуску техники для качественного проведения технологических операций по предпосевной обработке почвы [1]. Особенно актуально стоит вопрос создания технических средств и рабочих органов для подготовки почвы под посев мелкосемянных культур – льна-долгунца, рапса и клевера, отнесенных к стратегическим сельскохозяйственным культурам [2, 3]. Это обусловлено, прежде всего, биологической особенностью данных культур, так как от качества предпосевной обработки почвы зависит равномерность

распределения семян по площади питания, одновременность всходов, укорочение вегетационного периода и др. [2, 3]. Для выполнения этих требований при подготовке почвы под мелкосемянные культуры дополнительно проводится её заключительная предпосевная обработка непосредственно перед посевом на глубину 4-6 см как простыми, так и сложными почвообрабатывающими агрегатами [3].

Улучшение качества обработки почвы с соблюдением почвозащитных требований неразрывно связано с экономией энергозатрат и повышением производительности почвообрабатывающих агрегатов [4].

Поверхностная предпосевная обработка почвы осуществляется до настоящего времени культиваторами со стрельчатыми лапами для сплошной обработки на довольно больших площадях. Однако такие рабочие органы производят смятие почвы, а этот вид деформации требует до 10 раз больших затрат энергии по сравнению с деформацией среза и сдвига [4-6]. Более выгодно в этих целях применение дисковых рабочих органов.

Недостатки дисковых рабочих органов традиционной конструкции заключаются в перемещении (отбрасывании) срезаемой почвы в сторону от направления движения агрегата с неоправданными затратами энергии. Кроме того, удлиняется период восстановления её первоначальной структуры, что замедляет сроки появления всходов растений.

Наиболее перспективными для заключительной поверхностной предпосевной обработки почвы при возделывании льна и других мелкосемянных культур являются игольчатые бороны. В сравнении с другими ротационными рабочими органами они практически не перемещают и меньше распыляют почву, хорошо её сепарируют, менее энергоёмки и способны работать на повышенных скоростях [7].

Производительная работа почвообрабатывающих машин, в том числе игольчатых борон, в полевых условиях во многом зависит от размеров полей и их склонов, а также от конструктивных особенностей машин, их габаритов и нагрузок, преодолеваемых рабочими органами при выполнении технологических процессов.

По работе почвообрабатывающих машин на склонах полей проведён ряд исследований [4, 8-10]. Однако вопросы определения движущей силы и силы сопротивления почвы в этих условиях работы выяснены недостаточно. В частности, недостаточно исследованы силы, действующие при движении игольчатой бороны на склонах, и характер изменения движущей силы.

Цель исследований – определить движущую силу и характер её изменения для игольчатой бороны с прямолинейными радиально установленными на дисках иглами при её движении на склонах полей с учётом сопротивлений при обработке почвы.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены применительно к игольчатой бороны, имеющей ведомые звенья, совершающие качение в продольно-вертикальной плоскости. В этой плоскости движутся диски с иглами, которые углубляются в почву и производят её рыхление [11].

Теоретические исследования проведены с использованием метода системного анализа, положений теоретической и земледельческой механики, математического анализа с использованием ПК.

Результаты исследований и обсуждение

Схема диска бороны с прямолинейными радиально установленными иглами показана на рис. 1а. Силы, действующие на центр C диска, представлены на рис. 1б [12]. В игольчатой бороны диски 1 с иглами 2, двигаясь в продольно-вертикальной плоскости, углубляются в почву и производят её рыхление.

Начало взаимодействия движущейся иглы с почвой происходит в момент, когда её конец касается почвы в плоскости A_1 , а прокол почвы полностью заканчивается, когда игла CA_1 перешла положение линии CA''_{12} на половину толщины δ_u иглы, т.е. когда игла повернулась на угол

$$\psi = \frac{\delta_u}{r_u},$$

где r_u – радиус от центра C вращения диска до конца иглы.

Ввиду того, что Q – сила сопротивления углублению в почву одной иглы, следует считать G силой тяжести той части веса бороны, которая приходится на одну работающую иглу, а P_d – той частью движущей силы, которая приходится на одну работающую иглу.

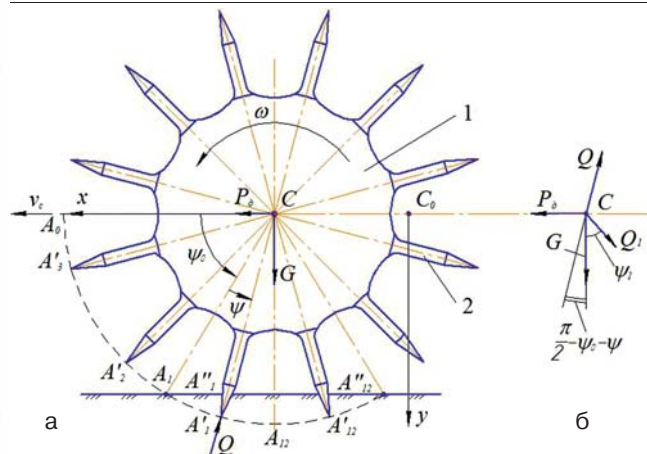


Рис. 1. Схема движения игольчатой бороны (а) и силы, действующие на центр C диска бороны (б):
1 – диск; 2 – игла

Ранее проведенные теоретические исследования [13] позволили вывести зависимость движущей силы P_d от влияющих факторов для случая, когда поверхность поля горизонтальная:

$$P_d \approx k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cdot \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin \psi_{12}, \quad (1)$$

где k – коэффициент, зависящий от сопротивления почвы внедрению в неё иглы, конусности иглы и твердости почвы (определяется экспериментально), Н/м;

h_u – глубина погружения иглы в почву в вертикальном положении, м;

ψ_{12} – угол A_1CA_{12} до вертикального положения иглы;

ψ – угол поворота иглы в сторону её вращения;

ψ_0 – угол A_0CA_1 , характеризующий положение иглы в момент соприкосновения её конца с поверхностью почвы;

Q_1 – сила сопротивления, преодолеваемая иглой при выходе из почвы, Н;

ψ_1 – угол к вертикали, под которым проходит линия действия силы Q_1 .

Применим зависимость (1) для определения движущей силы P_d при рыхлении почвы на полях с подъемом поверхности вверх (подъем) и с уклоном ее вниз (уклон). Сопротивлением воздуха пренебрегаем. Схема движения игольчатой бороны по полю с подъемом его поверхности вверх на некоторый угол α показана на рис. 2.

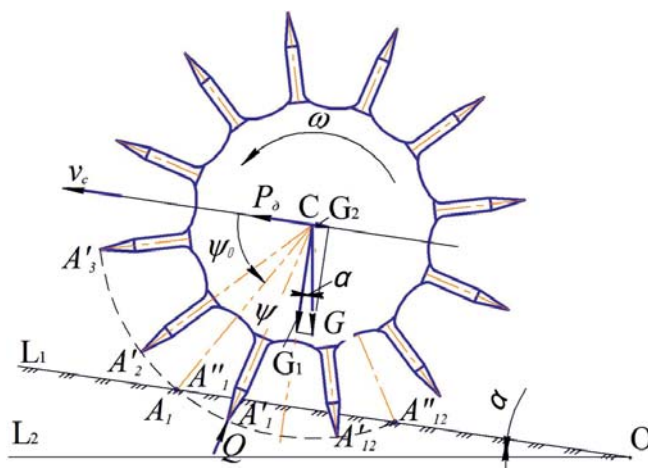


Рис. 2. Схема игольчатой бороны, перемещаемой энергосредством влево и вверх по поверхности поля (энергосредство не показано)

На игольчатую бороны действуют сила тяжести G , приложенная в центре C тяжести бороны и направленная вертикально вниз, т.е. перпендикулярно горизонтальной линии OL_2 , сила Q_1 и движущая сила P_{dn} , определяемая по формуле (1). Определим движущую силу P_{dn} с учетом движения агрегата вверх по поверхности поля под углом α . Для этого разложим сначала силу G на две составляющие: G_1 – перпендикулярно линии поля OL_1 и G_2 – параллельно линии поля OL_1 . Под действием составляющей силы G_1 происходит прокалывание почвы,

$$P_{dn} \approx k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin \psi_1 + G_2. \quad (2)$$
$$P_{dn} \approx k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin \psi_1 + G \sin \alpha. \quad (3)$$
[illegible]

На борону действуют сила тяжести G , направленная вертикально вниз перпендикулярно горизонтали OL_4 , движущая сила P_{dy} , направленная по линии движения центра C диска с иглами, т.е. параллельно линии OL_3 , и сила Q_1 . Определим движущую силу бороны при ее движении по полю с уклоном вниз P_{dy} .

Исходные данные для расчета движущих сил (P_{dn}) и (P_{du})

$$P_{dy} \approx k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \cdot \sin \psi_1 - G_4. \quad (4)$$
$$P_{dy} \approx k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin \psi_1 - G \sin \beta. \quad (5)$$
$$k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cdot \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin \psi_1 = G \cdot \sin \beta.$$
$$\sin\beta = (k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cdot \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \sin\psi_1) / G \quad (6)$$
$$\beta = \arcsin \left(\left(k \cdot \frac{h_u}{\psi_{12}} \cdot \psi \cdot \cos(\psi_0 + \psi) + Q_1 \cdot \sin \psi_1 \right) / G \right). \quad (7)$$

По полученным формулам (3) и (5) построены зависимости изменения движущей силы при работе одной иглы бороны (диаметр иглы равен 0,018 м, угол конусности – 18°) на поле с подъемом поверхности (P_{dn}) и с ее уклоном (P_{dy}). Исходные данные для расчета указанных движущих сил приведены в таблице.

Из выражений (3) и (5) и зависимостей (см. рис. 4) следует, что при движении энергосредства с борой по полю с подъемом вверх сила P_{dn} увеличивается

Номера зависимостей на рис. 4		Коэффициент k , Н/м	Глубина обработки почвы h , м	Значение суммы углов ($\Psi_0 + \Psi$), град.	Сила тяжести, необходимая для заглубления и выглубления иглы бороны из почвы	
P_{dn}	P_{dy}				для заглубления G , Н	для выглубления $\approx Q_1 \cdot \sin \Psi_1$, Н
1	1 ¹	38797	0,02	85	135,2	11,4
2	2 ¹	34320	0,04	85	239,2	20,2
3	3 ¹	31833	0,06	85	332,8	28,1
4	4 ¹	29126	0,08	85	405,6	34,3



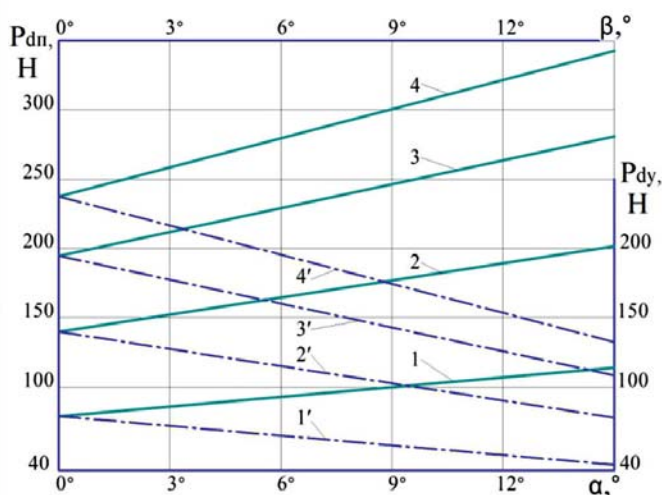


Рис. 4. Зависимость движущих сил P_{dn} и P_{dy} от углов подъема α и уклона β поверхности поля при рылении почвы одной иглой бороны

с ростом угла α , а при его движении под уклон вниз сила P_{dy} уменьшается с ростом угла уклона поля β . Выполненные расчеты показали, что угол β , при котором движущая сила P_{dy} равна нулю, составляет $35^{\circ}47'$.

Выводы

1. Получены аналитические зависимости для определения движущих сил игольчатой бороны при работе агрегата на поле с подъемом и уклоном поверхности поля. Расчет показал, что составляющая $G \cdot \sin \alpha$ силы тяжести увеличивает движущую силу P_{dn} игольчатой бороны при ее движении по полю с подъемом вверх, а составляющая $G \cdot \sin \beta$ силы тяжести уменьшает движущую силу P_{dy} игольчатой бороны при ее движении по полю с уклоном поверхности вниз.

2. Получено условие, при котором движущая сила P_{dy} при работе игольчатой бороны на поле с уклоном поверхности вниз равна нулю, а также значение угла β , при котором это условие выполняется.

3. Для уменьшения движущей силы P_{dn} игольчатой бороны необходимо по возможности выбирать для обработки поля с минимальным углом подъема поверхности, а также совершенствовать конструкции рабочих органов игольчатых борон (уменьшение угла конусности игл, диаметра цилиндрической части, количества игл и силы тяжести) для снижения энергозатрат на выполнение технологического процесса.

Список использованных источников

1. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71616626> (дата обращения: 07.05.2019).
2. Голубев В.В. Совершенствование технологических процессов и технологических средств для предпосевной обработки почвы, посева льна и других мелкосемянных культур: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.20.01. М., 2017. 40 с.

3. Шиндин А.А., Захарова Л.М., Тихомирова В.Я., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Лён. Технологии возделывания и защиты от вредных организмов. М: ООО НПО «РосАгроХим», 2012. 144 с.

4. Чегулов В.В. Обоснование параметров и режимов работы ротационной бороны для поверхностной предпосевной обработки на склонах: дис.... канд. техн. наук: 05.20.01. Чебоксары, 1999. 132 с.

5. Панов И.М., Орлов Н.М. Основные пути снижения энергозатрат при обработке почвы // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1987. № 8. С. 15-16.

6. Матяшин Ю.И., Гринчук И.М., Егоров Г.М. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. М.: Агрономиздат, 1988. 176 с.

7. Ковалев М.М., Кондрашов В.А. Определение зависимости движущей силы игольчатой бороны от сопротивления почвы проколу и числа одновременно заглубляющихся игл // Техника и оборудование для села. 2017. № 6. С. 22-25.

8. Хайлис Г.А., Толстушко Н.Н., Мартынюк В.Л., Толстушко Н.А., М.В. Шевчук. Особенности работы прицепной двухколесной машины на склонах полей // Сільськогосподарські машини: зб.наук.ст. Вип.35. Луцьк: РВВ Луцького НТЦ, 2016. С.111-118.

9. Кормициков А.Д. Механизация обработки почвы на склонах. Чебоксары: Чувашское книжное изд-во, 1981. 127 с.

10. Усенко М.В. Обґрунтування вдосконалення робочих органів малогабаритних машин для вирощування однорічних культур на схилах // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2014. № 1. С. 121-128.

11. Сизов И.В., Кондрашов В.А. Инновационная игольчатая бороны для поверхностной обработки почвы под лён-долгунец // Сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Конкурентоспособность и инновационная активность регионов. Тверь, 2018. С. 216-218.

12. Ковалев М.М., Прокофьев С.В., Фадеев В.Г., Кондрашов В.А. Теоретические основы воздействия игл игольчатой бороны на почву // Техника и оборудование для села. 2017. № 1. С. 12-15.

13. Кондрашов В.А., Ковалев М.М., Перов Г.А. Исследование работы игольчатой бороны при движении по почве // Агротехника и энергосбережение. 2018. № 3. С. 107-115.

Determination of the Driving Force of a Soil Spiker When Operating on Sloped Fields

V.A. Kondrashov, M.M. Kovalev, G.A. Perov

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The results of studies on the surface pre-sowing tillage for small-seed crops, the biological feature of which is the high requirement for the soil surface layer in the pre-sowing period, are provided. It is shown that the use of soil spikers is the most promising for such tillage. The results of theoretical studies of the operation of a soil spiker on sloped fields are given. The dependences are given for determining the driving forces of a soil spiker when operating either downhill, or uphill.

Keywords: soil, field slope angle, soil spiker, spikes, disk, movement, force.



УДК 001.573:631.81.095.337

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-14-16

Цифровые технологии в проектировании систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях

С.В. Митрофанов,

канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе,
f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Д.А. Благоев,

канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
aspirantya2013@gmail.com

В.С. Никитин,

специалист первой категории,
nikitin.vnims@yandex.ru

С.А. Белых,

канд. техн. наук, вед. специалист,
belyh.vnims@yandex.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Приведены зональные математические модели расчета доз элементов питания основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России, на основе которых сформирован программный комплекс «Цифровая технология почвенного питания сельскохозяйственных культур».

Ключевые слова: питание растений, математическая модель, доза удобрения, баланс гумуса, севооборот.

Постановка проблемы

Питание – важнейший фактор в жизни растений, который с успехом поддается искусственному регулированию. В то же время почти половина энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции приходится на удобрения, в первую очередь, минеральные. Проблема эффективного использования удобрений всегда была актуальной, а в условиях трансформации земельных отношений, одной из характеристик которой стал диспаритет цен, она приобрела особую значимость [1].

По мере увеличения урожаев и доз применяемых удобрений все большее значение приобретает изучение взаимодействия отдельных питательных элементов, а также связи питания с другими факторами роста растений, в первую очередь, почвенными и агротехническими. Ввиду этого при разработке систем удобрения в хозяйстве необходимо внедрять технологии, позволяющие обеспечивать планируемые урожаи хорошего качества при одновременном повышении или сохранении достигнутого уровня плодородия почв [2].

Ключевым трендом мировой экономики последнего десятилетия является широкое внедрение цифровых технологий. В соответствии с указом президента № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

обеспечение внедрения цифровых технологий в экономику и социальную сферу является одной из приоритетных задач Правительства Российской Федерации.

Применение цифровых технологий в растениеводстве и земледелии позволит аграриям нашей страны получить инструмент для решения ряда сложных задач, таких как планирование урожайности, расчет доз внесения органических и минеральных удобрений, составление севооборотов и др.

Цель исследований – повышение эффективности производственных процессов в растениеводстве за счет проектирования рациональных систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях путем использования инновационных цифровых технологий.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились с использованием аналитического, математического и статистического методов.

Объектом исследований являются методы расчета доз элементов питания для сельскохозяйственных культур.

Научная новизна выполненных исследований состоит в комплексном подходе при планировании систем удобрения, построенных на основе математических моделей для основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России.

Результаты исследований и обсуждение

На сегодняшний день в распоряжении агрохимической и агрономической науки имеется немало разработанных и применяемых на практике методов оптимизации применения удобрений, к которым относятся: балансовый метод, метод расчёта доз питательных веществ на планируемую прибавку урожая, методы Н.К. Болдырева, Н.Н. Михайлова и др.

Недостатками данных методов являются: отсутствие учета последствий предшественников в севообороте, степени окультуренности почв и ряда других показателей; расчет доз удобрений по усредненным агрохимическим показателям почв сельскохозяйственных предприятий, что существенно влияет на коэффициент использования питательных веществ растениями из почвы и удобрений. Поэтому их нужно рассматривать как ориентировочные, особенно если они берутся из справочных источников [1-3].

Сотрудниками ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ собран массив данных агрохимических полевых опытов Географической сети ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

и ФГБНУ «Московский НИИСХ «Немчиновка» на разных типах (подтипах) почв, на основе которого сформирована методика прогноза урожайности, основными элементами которой выступили факторы, оказывающие наибольшее влияние на урожайность: азот, фосфор, калий, кислотность.

На основе этих данных разработаны математические модели расчета доз элементов питания основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России.

В отличие от представленных выше методов в данных моделях учитываются все известные источники поступления элементов питания в почвенный раствор, на основе которых сформированы агрегированные переменные для расчета доз удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур.

Адаптивная производственная модель почвенного питания растений имеет следующий вид:

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

где Y – урожайность, ц/га;

X_1 – содержание гумуса в почве (из данных агрохимического обследования), т/га;

X_2 – агрегированная переменная, представляющая собой сумму элементов питания, поступающих в почву, учитывающая все известные источники поступления (принимается из нормативно-справочной информации);

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты, значения которых определяются в процессе оценки параметров аппроксимирующей функции.

Кроме того, используя данную модель, можно провести прогноз урожайности по макроэлементам для основных сельскохозяйственных культур, учитывая производственные и экономические условия конкретного хозяйства, его специфику.

Содержание и запасы гумуса в почве традиционно служат основным критерием оценки её плодородия. Однако в последние годы активно идет процесс деградации почв. За последние 10 лет содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах России снизилось на 0,34%. Снижаются запасы гумуса в черноземных почвах – за последние 100 лет на 25-30 %. Ежегодные потери органического вещества мелиорированных торфяных почв составляют: на пашне – 6-7 т/га, на лугах и пастбищах – 36 т/га. Средние ежегодные потери гумуса на пашне по России составляют 1,5-8 т/га. Большинство предприятий имеют отрицательный баланс гумуса, несмотря на разработанные нормативы и регламенты внесения органических удобрений.

Исходя из этого, а также в результате проведенных исследований получено выражение, позволяющее производить расчеты гумусного баланса севооборота полей сельскохозяйственного назначения:

$$dC / X_8 = a_0 + a_1 [k_3 x_3 + k_2 x_2 + k_{11} x_{11} + k_{12} x_{12} + k_5 (100 - x_{11} - x_{12} - x_2)] \quad (2)$$

где dC – прирост или снижение содержания гумуса, т/га;

x_8 – продолжительность наблюдений;

a_0, a_1 – коэффициенты уравнения;

k_3, k_2 – коэффициенты, учитывающие темпы накопления гумуса в почве соответственно от внесения в нее органического вещества (навоз) и от посевных площадей, занятых многолетними травами;

k_5, k_{11}, k_{12} – коэффициенты, учитывающие степень минерализации гумуса почвы посевных площадей, занятых соответственно под культуры сплошного сева, пропашные, а также под чистые пары.

x_2 – площадь посева многолетних трав, %;

x_3 – органическое вещество в пересчете на навоз, применяемое хозяйстве в расчете на 1 га пашни, т;

$(100 - x_{11} - x_{12} - x_2)$ – площадь культур сплошного сева, %;

x_{11} – площадь посева пропашных культур, %;

x_{12} – площадь под паром, %.

В алгоритме учитываются коэффициенты влияния предшествующих культур в севообороте на урожайность сельскохозяйственной культуры. Чем больше значение этого коэффициента, тем благоприятнее условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Полученные результаты позволяют формировать мероприятия по бездефицитному гумусному балансу, а при возможности – положительному, например, путем увеличения доли площадей, занятых многолетними травами, или внесения расчетных доз органических удобрений [5].

Также разработаны математическая модель и алгоритм для расчета доз микроудобрений [6]:

$$Y = \frac{aX_1 (1 + X_2)}{1 + bX_2 + cX_1 X_2}, \quad (3)$$

где X_1 – содержание бора (меди, марганца) в обрабатываемом слое пашни (агрохимическое обследование), мг/кг;

Y – планируемая урожайность культуры, ц/га;

a, b, c – коэффициенты уравнения;

X_2 – агрегированная переменная, сумма всех источников поступления в почву соответственно бора, меди, марганца, кг:

$$\begin{aligned} X_{2B} &= 3X_4 + org_B X_7 + X_9 + X_B; \\ X_{2Cu} &= 3X_5 + org_Cu X_7 + X_{10} + X_{Cu}; \\ X_{2Mn} &= 3X_6 + org_Mn X_7 + X_8 + X_{Mn}, \end{aligned}$$

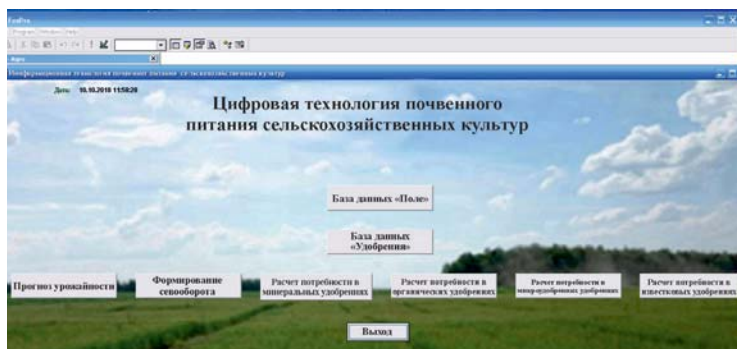
где $3X_4$ – содержание бора в почве на площади 1 га, кг;
 $3X_5$ – содержание меди в почве на площади 1 га, кг;
 $3X_6$ – содержание марганца в почве на площади 1 га, кг;
 org_B – количество бора в 1 т органического удобрения (навоз), кг;

org_Cu – количество меди в 1 т органического удобрения (навоз), кг;

org_Mn – количество марганца в 1 т органического удобрения (навоз), кг;

X_7 – количество внесенных органических удобрений (навоз), т;

X_9, X_{10}, X_8 – количество внесенных микроудобрений (борные, медные, марганцевые);



Интерфейс цифрового программного комплекса

X_B, X_{Cu}, X_{Mn} – сумма других источников поступления в почву соответственно бора, меди, марганца.

В разработанных математических моделях по прогнозу урожайности сельскохозяйственных культур по кислотности (4) и расчету доз известковых мелиорантов для сдвига реакции pH почвы (5) учитываются как показатели кислотности почвы, так и её тип и гранулометрический состав.

Расчет прогноза урожайности по pH солевой вытяжки:

$$Y_{pH} = \frac{Y_{\max}}{1 + Ae^{-B \cdot pH}}, \quad (4)$$

где Y_{pH} – прогноз урожайности, ц/га;

$Y_{\max}$ – максимально возможная урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;

e – основание натурального логарифма;

A, B – коэффициенты уравнения, полученные в процессе оценки параметров;

pH – кислотность почвы (из данных агрохимического обследования).

Расчет для смещения реакции pH почвы:

$$V_{CaCO_3} = \Delta pH \cdot A10, \quad (5)$$

где V_{CaCO_3} – объем внесения $CaCO_3$, т/га;

ΔpH – планируемый сдвиг pH;

A – затраты $CaCO_3$ для сдвига pH на 0,1, т/га;

10 – коэффициент для пересчета в т/га.

Все представленные модели могут быть использованы в областях Центрального, Северо-Западного, Волго-Вятского экономических районов, а также в северных районах ЦЧО и западных районах Приуралья.

Представленные ранее математические модели, а также ряд других легли в основу программного комплекса «Цифровая технология почвенного питания сельскохозяйственных культур» (см. рисунок), который состоит из следующих модулей: база данных «Поле», база данных «Удобрения», «Прогноз урожайности», «Формирование севооборота», «Расчет потребности в минеральных удобрениях», «Расчет потребности в органических удобрениях», «Расчет потребности в микроудобрениях», «Расчет потребности в известковых удобрениях».

В зарубежных аналогах (FERTILIZER CALCULATOR и The University of Georgia Fertilizer Calculator) за основу взяты традиционные методы расчета доз с описанными

ранее недостатками. Также преимуществом разработанного программного комплекса является то, что он позволяет рассчитывать, кроме минеральных удобрений, потребность в органических, известковых и микроудобрениях, формировать научно обоснованные севообороты и агротехнологии, что также позволяет уменьшить потребность в удобрениях без снижения урожайности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции. Преимуществами аналогов являются легкость в использовании, более простой интерфейс, что связано с меньшим количеством решаемых в них задач.

Выводы

1. В ходе проведенных исследований было установлено, что использование программного комплекса «Цифровая технология почвенного питания сельскохозяйственных культур» позволяет повысить экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур путем разработки более рациональных систем удобрения по сравнению с существующими методиками.

2. Комплексный подход, предлагаемый в разработанной программе, позволяет обеспечить оптимальное питание растений, тем самым помогая реализовывать их генетическую продуктивность в зависимости от зональных систем земледелия, соответствующих природно-экономической зоне, структур посевных площадей и севооборотов.

Список использованных источников

1. Агрохимия: учебник / Под. ред. В.Г. Минеева. М.: ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
2. Вильдфлуш И.Р. Рациональное применение удобрений: пособие // Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. 324 с.
3. Минеев В.Г. Агрохимия: учеб. пособ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГУ, 2004. 720 с.
4. Митрофанов С.В., Никитин В.С., Белых С.А., Благов Д.А., Любченко В.Б. Программный комплекс по прогнозированию урожайности основных сельскохозяйственных культур центрального региона России // Техника и оборудование для села. 2018. № 8. С. 41-43.
5. Никитин В.С., Любченко В.Б. Математическая модель динамики гумуса почв Нечерноземной зоны Центрального региона РФ // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. 2015. № 7. С. 134-138.
6. Никитин В.С., Белых С.А., Благов Д.А., Митрофанов С.В. Программа по расчету доз микроудобрений // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 2. С. 36-41.

Digital Technologies in the Design of Fertilizer Systems at Agricultural Enterprises

S.V. Mitrofanov, D.A. Blagov, V.S. Nikitin, S.A. Belykh
(Institute for Engineering Support of Agriculture, a branch of VIM Federal Scientific and Engineering Center)

Summary. Zonal mathematical models for calculating the doses of the nutrients for the main agricultural crops of the Central region of Russia are described, based on which a "Digital technology for crop soil nutrition" software suite has been formed.

Keywords: plant nutrition, mathematical model, fertilizer dose, humus balance, crop rotation.



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

Российская
агропромышленная
выставка

**ЗОЛОТАЯ
ОСЕНЬ
2019**



**МОСКВА
ВДНХ**

**9-12
октября**

Сельскохозяйственная
техника и оборудование для АПК



ПОЛНЫЙ СПЕКТР
ОТРАСЛЕЙ АПК
НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ



МЕСТО ВСТРЕЧИ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЛАСТЕЙ
И БИЗНЕСА



ДЕМОНСТРАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ
ЛИДЕРОВ РОССИЙСКОГО
И ЗАРУБЕЖНОГО АПК

0+

www.goldenautumn.moscow

+7 (495) 256-80-48



УДК 631.333.631.878

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-18-21

Современные решения по формированию технологических комплексов для промышленной переработки органического сырья

Н.Т. Сорокин,

д-р экон. наук, гл. науч. сотр.,
Sorokin.13@yandex.ru

О.И. Журавлева,

ст. науч. сотр.,
onu@vniims.rzn.ru
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

К.Н. Сорокин,

канд. техн. наук, зам. директора,
762399@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены проблемы и современные решения по формированию технологического комплекса для промышленной переработки различных видов органического сырья в гуминовые удобрения с использованием промышленного оборудования («магазин» модулей) и цифровых технологий, позволяющие управлять процессом производства и получать продукт заданного (востребованного) качества.

Ключевые слова: органическое сырье, гуминовое удобрение, комплексное удобрение, цифровая технология, технологическая линия.

Постановка проблемы

В соответствии с государственным заданием на научные исследования на 2019-2021 гг. Институт технического обеспечения сельского хозяйства (ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) проводит исследования по разработке инновационных технологий производства и рационального применения органоминеральных удобрений с использованием цифровых технологий в условиях перехода к высокопродуктивной системе органического сельского хозяйства. Выполненные в рамках государственного задания на 2015-2018 гг. учеными ФГБНУ ВНИМС и Института технического обеспечения сельского хозяйства научные иссле-

дования по разработке технических средств и конструкторской документации на универсальную технологическую линию для производства гуминовых удобрений из различных видов органического сырья выявили нерешенные и требующие дальнейших исследований вопросы. Одной из таких проблем является производство удобрений из органического сырья без использования щелочных растворов.

Новизна решений, применяемых в технологическом комплексе по промышленной переработке органического сырья (торф, бурый уголь, биогумус), заключается в использовании передовой системы организации и управления процессом – цифровой технологии, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности от автоматизации управления процессом производства и получение конечного продукта заданного (востребованного) качества. Также предусмотрена возможность формирования комплексов с использованием промышленного оборудования («магазин» модулей) для выстраивания технологических линий по переработке различных видов органического сырья в гуминовые удобрения [1].

По технологии рационального применения органоминеральных удобрений необходимо отметить, что имеющийся опыт по использованию гуминовых удобрений в сельском хозяйстве рассматривает их как основу для формирования комплексных удобрений путем добавления в гуминовые удобрения необходимых микро- и макроэлементов для решения конкретной задачи восстановления и поддержания плодородия почв. Для этого необхо-

димо создание автоматизированной линии, обеспечивающей получение гуминовых удобрений и препаратов, а также на их основе комплексных удобрений с добавкой различных микроэлементов, дозированных под конкретный урожай, с учетом различных почвенно-климатических условий возделывания сельскохозяйственных культур. Однако для достижения этой цели требуется проведение дополнительных научных исследований.

Цель исследований – разработка технологических автоматизированных линий, обеспечивающих высокую точность дозирования и получение гуминовых препаратов, отвечающих требованиям заказчика.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись теоретическими и экспериментальными методами. Теоретической и методологической основой исследований послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам развития техники и технологий в области производства оборудования для переработки органического сырья с использованием модульных принципов конструирования технологических линий и комплексов.

Общеметодологической основой исследования явился диалектический метод изучения замены старых технологий и процессов, важнейшими атрибутами которого являются системный подход и системный анализ.

Теоретические исследования нацелены на установление закономерностей технологического процесса получения гуминовых и комплексных удобрений.



Проверка и подтверждение теоретических предпосылок осуществлялись в ходе проведения экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях. При выполнении экспериментальных исследований использовались общеизвестные и разработанные на их базе частные методики. Для измерения и контроля параметров работы технологических модулей применялись современные механические и электронные приборы, в том числе специально разработанные.

Результаты исследований и обсуждение

Исследование использования органических удобрений в сельскохозяйственном производстве [2] показало, что в настоящее время активно применяются экологически чистые органические и органоминеральные удобрения, наиболее эффективными из которых являются гуминовые удобрения, получаемые из торфа.

Федеральным законом от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О Государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [3] поставлена задача обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции торфом и продуктами его переработки.

Как известно, по запасам торфа Россия занимает лидирующую позицию в мире, имея торфяные месторождения на площади 162,7 млн га и ресурсы торфа в 128,7 млрд т. Это примерно 50% всех мировых запасов.

Однако производство и применение гуминовых удобрений сдерживается по ряду причин, одной из которых является отсутствие в стране промышленного выпуска специализированного оборудования для производства гуминовых удобрений. Предприятия, занимающиеся производством гуминовых удобрений, вынуждены приспособлять для этих целей различные виды технологического оборудования, позаимствованного из других отраслей промышленности.

Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что применяемые сегодня методы, осно-

ванные как на обработке торфа растворами щелочей, так и на механической его обработке, не позволяют перевести в водорастворимую форму значительную часть гуминовых веществ торфа. Подавляющее большинство зарегистрированных в России гуминовых удобрений имеют концентрацию действующих веществ порядка 2-3%.

Необходимость решения данной проблемы подчеркивает и анализ ситуации в животноводстве АПК России.

По данным ученых С.М. Лукина, И.В. Русакова [4], в настоящее время в России выход навоза и помета в хозяйствах всех категорий составляет 294 млн т, более половины из которого приходится на сельскохозяйственные организации. Ежегодное внесение навоза стабилизировалось за последние годы на уровне 53 млн т в год (менее 1 т/га посевной площади), что составляет всего 10% потребности.

Ученые, занимающиеся данным вопросом, отмечают: во всем мире резко возрос интерес к удобрениям гуминового типа, что объясняется большим количеством данных о положительном влиянии гуминовых веществ на рост и развитие растений, а также на качество сельскохозяйственной продукции и плодородие почв [5, 6].

По данным Национального органического союза России [7], рынок органических продуктов является одним из самых динамично развивающихся в мире. За период 2000-2016 гг. он вырос более чем в 5 раз

(с 18 до 90 млрд долл. США). Таким образом, органическое производство стало не менее выгодным, чем экспорт/импорт вооружения (в 2015 г. он составил около 93 млрд долл.). По прогнозам Grand View Research, рынок органической продукции продолжит свой рост со скоростью 15-16% в год и достигнет в 2020-2022 гг. порядка 212 млрд долл. США. Планируется, что к 2025 г. объем рынка органических продуктов может составить 15-20% от мирового рынка сельхозпродукции.

Российский рынок органической продукции до 2014 г. показывал достаточно интенсивный рост: в среднем с 2010 г. он увеличивался приблизительно на 10% в год, но кризис и ряд косвенных факторов привели к тому, что в 2015-2016 гг. ежегодный прирост составил только 4%.

В начале 2000-х годов отечественный рынок органической продукции составлял 16 млн долл. США (рис. 1) (100% этой продукции поставлялось по импорту), сегодня – 160 млн долл. Несмотря на неплохие показатели роста в абсолютных величинах, доля России в мировом рынке составляет лишь 0,15%. Если в ближайшее время ситуация не изменится, то в Российской Федерации будет такое количество импортной органической продукции, что отечественным производителям производить ее будет невыгодно.

Президентом России В.В. Путиным 3 августа 2018 г. утвержден Федеральный закон № 280 «Об органи-

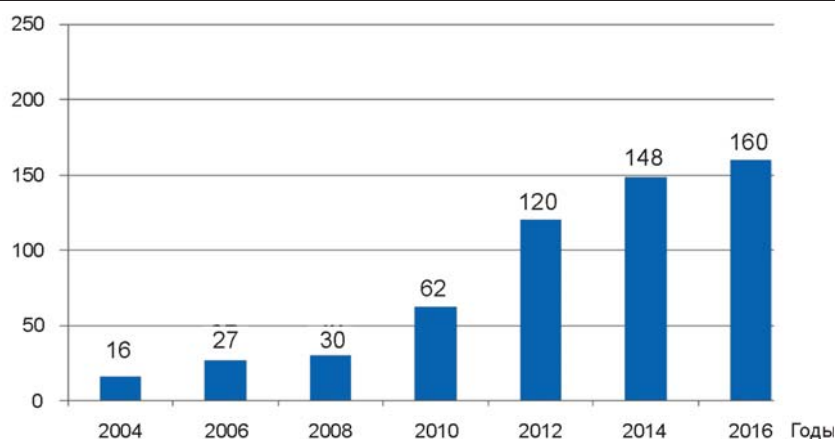


Рис. 1. Рынок органической продукции в РФ, млн долл. США

ческой продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8], что требует от науки и АПК России дополнительных исследований и организационных мер по его реализации. Для этого необходимо активизировать работу по проведению теоретических исследований и ускорить внедрение передовых промышленных методов производства органических удобрений. Поэтому проведение научных исследований по оптимизации конструкций технологических линий для промышленного производства органических удобрений на основе модульного проектирования и цифровых технологий является современной актуальной научной проблемой, требующей решения.

При реализации этой задачи были проанализированы теоретические основы и условия развития машиностроения для модульного проектирования технологических комплексов [1], в результате чего определены современные научные проблемы формирования технологических комплексов для переработки органического сырья, к числу которых можно отнести:

- потребность в научно обоснованных и проверенных на практике методах по технологии промышленной переработки торфа, позволяющих получать концентрированные гуминовые удобрения с высоким содержанием гуминовых и фульвокислот при снижении трудоемкости и материалоемкости технологического процесса, что обуславливает снижение себестоимости конечного продукта;
- необходимость проведения научных исследований по разработке основных модульных узлов и агрегатов технологических линий, позволяющих автоматически выполнять операции по комплексному, многофакторному воздействию на твердые частицы органического сырья в суспензии торфа, бурого угля, сапропеля и биогумуса;
- разработку конструктивной схемы построения модульных узлов и агрегатов для формирования технологических комплексов по промышленному производству жидких



Рис. 2. Новая технологическая линия по производству гуминовых удобрений из органического сырья (образец 2018 г.)



Рис. 3. Мини-завод по производству жидких и сухих гуминовых удобрений из торфа и бурых углей

и сухих гуминовых удобрений с технологическим «магазином» модулей с учетом особенностей органического сырья;

- целесообразность формирования банка востребованных модулей под проектируемый технологический комплекс.

Анализ априорной информации показал, что для решения перечисленных выше проблем необходимо проведение дополнительных исследований по следующим направлениям:

- разработка и внедрение технологических комплексов с использованием цифровых технологий для повышения уровня автоматизации их работы;
- совершенствование программного комплекса для реализации цифровых технологий при производстве комплексных органических удобрений под заказ сельхозпроизводителя;
- оценка экономического эффекта использования в полевых условиях гуминовых удобрений, полученных в промышленных объемах с заданными характеристиками на технологическом комплексе модульной конструкции.

В настоящее время в десяти регионах России, Белоруссии и Киргизии внедрены технологические линии по переработке торфа и бурых углей, оригинальность конструкции которых защищена десятью патентами Российской Федерации.

На рис. 2 представлена технологическая линия, работающая в г. Екатеринбурге.

В рамках проводимых исследований изготовлено технологическое оборудование (мини-завод) (рис. 3) для производства жидких и сухих (порошкообразных) гуминовых удобрений из торфа производительностью 2 т жидкого концентрата и 200 кг сухого удобрения в смену (поставлена в г. Курган).

Выводы

1. Основным направлением исследований является формирование научной основы для разработки и внедрения технологических комплексов с использованием цифровых технологий при производстве комплексных органических удобрений под заказ сельхозпроизводителя.

2. С использованием результатов проведенных исследований разработано и изготовлено технологическое оборудование (мини-завод) для производства жидких и сухих (порошкообразных) гуминовых удобрений из торфа производительностью 2 т жидкого концентрата и 200 кг сухого удобрения в смену.

Список

использованных источников

1. **Сорокин К.Н.** Решение проблем промышленной переработки органического сырья на основе технологических комплексов модульной конструкции // Вестник РГАТУ. 2018. № 4. С. 142-148.
2. **Перминова И.В.** Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 51-55.
3. Федеральный закон «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» № 101-ФЗ от 16 июля 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://base/garant.ru> (дата обращения: 08.05.2018).

4. **Лукин С.М., Русакова И.В.** Биологизация земледелия – научная и технологическая основа экологически устойчивого сельского хозяйства // Сб. науч. тр. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иваново: ПресСто, 2018: Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения. С. 3-10.

5. **Александрова О.В.** Использование гуматов в мире и Российской Федерации // Сб. Всеросс. конф. с элементами науч. школы для молодежи в области рационального природопользования. Кемерово, 2009: Агроэкологические проблемы техногенного региона. С. 177-179.

6. Гуминовые вещества в биосфере // Сб. науч. тр. II междунар. конф. М., 2004. С. 29-32.

7. **Мироненко О.В.** Органический рынок России. Итоги 2017 года. Перспективы на 2018 год // Сб. науч. тр. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иваново: ПресСто, 2018: Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения. С. 484-507.

8. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 280-ФЗ от 3 августа 2018 г.

[Электронный ресурс]. URL: <https://base/garant.ru> (дата обращения: 06.05.2018).

State-of-the-Art Solutions for the Creation of Integrated Process Systems for the Industrial Processing of Organic Raw Materials

N.T. Sorokin, O.I. Zhuravleva

(Institute for Engineering Support of Agriculture, a branch of VIM Federal Scientific and Engineering Center);

K.N. Sorokin

(VIM Federal Scientific and Engineering Center)

Summary. The problems and state-of-the-art solutions for creating an integrated process system for the industrial processing of various types of organic raw materials into humic fertilizers using industrial equipment (a modules' shop) and digital technologies, which allow you to manage the production process and obtain a product of a given (sought-after) quality, are discussed.

Keywords: organic raw materials, humic fertilizer, compound fertilizer, digital technology, process line.

Информация

Вторая выставка-демонстрация «День донского поля» собрала более 5 000 посетителей

6 и 7 июня на территории Зерноградского района во второй раз состоялась грандиозная выставка-демонстрация достижений агробизнеса – «День донского поля-2019». Результаты только первого дня выставки превысили данные предыдущего года по всем показателям.

В частности, 6 июня «День донского поля» посетили 3985 человек (в 2018 г. по итогу всех дней выставки ее посетили порядка 3 700 человек). В целом же за два дня более 5 000 посетителей смогли не только принять участие в настоящем празднике для всей семьи, но и изучить масштабную экспозицию новинок сельскохозяйственной отрасли. В их числе 43 организованные делегации муниципальных районов Ростовской области.

По традиции «День поля» состоялся перед началом уборочной кампании, чтобы продемонстрировать аграриям инновационную сельхозтехнику от отечественных и зарубежных производителей (70 компаний), новые удобрения, агрохимикаты и средства защиты растений (от 70 брендов), а также продукцию, предназначенную для животноводства (от 10 фирм). Всего 150 экспонентов приняли участие в «Дне донского поля». Посетители выставки смогли увидеть более 200 ед. крупногабаритной самоходной и мелкой прицепной аграрной техники и получить консультацию по любому из заинтересовавших образцов.

По словам главы администрации Зерноградского района Василия Панасенко, данная площадка позволила показать

достижения аграриев донской земли не только в выращивании новых сортов и гибридов, но и в технологических разработках.

Кульминацией выставки по праву можно назвать 37 демонстрационных показов от компаний-участников, которые в реальных условиях показали посетителям возможности своих разработок. «День поля» призван также познакомить аграриев с инновациями в области сельхозтехники и разнообразием растениеводческих культур – как основных выращиваемых в регионе, так и новейших разработок в области селекции. Специально к выставке были подготовлены опытные поля, засеянные 120 сортами различных сельхозкультур (озимая и яровая пшеница, тритикале, озимый и яровой ячмень, лен, горох, горчица, нут и чечевица). Несколько раз в день агрономы и ученые проводили экскурсии по опытным делянкам, рассказывая о последних достижениях селекционеров, которые отличаются выносливостью, легко переносят переменчивый южный климат и при этом дают хороший урожай.

В рамках деловой программы состоялся ряд крупных мероприятий. Центральным мероприятием стало предуборочное совещание для муниципальных районов

Ростовской области с участием министра сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области Константина Рачаловского, на котором обсудили проведение уборочных полевых работ в текущем году.

В первый день выставки также состоялась конференция под названием «Интегрированная система защиты растений как основа биологизации земледелия в Ростовской области», организованная при участии филиала ФГБУ «Россельхозцентр». Участники обсудили самые актуальные вопросы: интегрированную систему защиты растений в целом; биологические методы борьбы с хлопковой совкой и феромонный мониторинг; мониторинг и борьбу с коричнево-мраморным клопом; внедрение эффективных биотехнологий с максимальным эколого-экономическим FMC; а также применение различных биопрепаратов в защите сельскохозяйственных растений.

Особое внимание в рамках отдельной конференции уделили программам льготного кредитования предприятий АПК. Компания iMetro провела семинар, посвященный использованию промышленных дронов для автоматизации работы сельского хозяйства. А ИД «Крестьянин» организовал заседание Клуба агроэнтомологов «Почему пожелтела пшеница? Дебаты ученых и практиков об особенностях полевого сезона-2019». Ведущие ученые, агрономы и фермеры обсудили болезни; стратегию защиты растений и прогнозы экспертов относительно урожая.



УДК 621.31

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-22-28

Исследование влияния отказов электрооборудования распределительных подстанций на надежность электроснабжения

А.И. Некрасов,
д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
naliios@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

П.Н. Подобедов,
инженер,
podobiedov13@mail.ru
(ОАО «РЖД»);

А.А. Некрасов,
канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
naliios@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

П.А. Масленников,
инженер,
maslennikovpa1@gmail.com
(ПАО «МОЭСК»)

Аннотация. Рассмотрены основные причины отказов электрооборудования распределительных подстанций и приведена экспертная оценка его надежности. Даны соотношение отказов различных видов выключателей на напряжение 10 кВ и их причины. Рассмотрена существующая линия напряжением 10 кВ, приведены данные ущербов на линии от недоотпуска электроэнергии. Показано влияние выключателя ВМП-10 на показатели надежности линии.

Ключевые слова: распределительная подстанция, электрооборудование, надежность электроснабжения, высоковольтный выключатель, отказ электрооборудования, ущерб.

Постановка проблемы

В настоящее время продолжается процесс старения и износа систем передачи и распределения электроэнергии, составляющий не менее 60%. Наиболее проблемными элементами сети являются высоковольтные выключатели нагрузки на напряжение 10 кВ. Количество масляных выключателей, установленных

на распределительных подстанциях, составляет 65% от общего числа, в то же время происходит активная их замена на элегазовые и вакуумные выключатели. Важное направление по повышению надёжности высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ – улучшение их конструкционных и эксплуатационных показателей, что является одним из приоритетных направлений по модернизации электрических сетей.

При существующих проблемах в эксплуатации масляных выключателей необходима их модернизация, обеспечивающая повышение эксплуатационных характеристик, увеличивающая надежность, срок службы и ремонтпригодность в случае возникновения аварийных ситуаций. В соответствии с изложенным задача повышения эксплуатационных характеристик выключателей на напряжение 10 кВ является актуальной.

Цель исследований – повышение надежности электроснабжения сельских потребителей путем выявления и анализа причин отказов электрооборудования распределительных подстанций и обоснование мер по повышению эксплуатационных характеристик масляного выключателя ВМП-10.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи: исследованы причины отказов электрооборудования распределительных подстанций; проведена экспертная оценка надежности основного электрооборудования распределительных подстанций; исследован состав отказов различных

видов высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ; выполнен анализ надежности существующей линии напряжением 10 кВ с оценкой влияния отказов выключателей 10 кВ на время перерыва в электроснабжении потребителей; рассмотрен процесс протекания аварий в выключателях на напряжение 10 кВ и исследованы причины их возникновения на примере масляного выключателя ВМП-10.

Для большей определенности и уточнения практических показателей надежности выключателей на напряжение 10 кВ проводилась экспертная оценка их ненадежности как элементов системы. В опросе участвовали десять экспертов-специалистов электросетевой компании ПАО «МОЭСК» [1].

Субъективные ответы, обработанные с использованием классической методики экспертного опроса, представлялись в виде процентного отношения отказов электрооборудования подстанции с учетом коэффициентов «квалификации» [2-6]. Коэффициент квалификации эксперта оценивали по балльной системе: главному инженеру или директору соответствовал коэффициент 1, начальнику отдела – 0,8, заведующему сектором и ведущему инженеру – 0,6, младшему научному сотруднику и инженеру – 0,3. Коэффициент стажа зависел от продолжительности работы специалиста на занимаемой должности: 0-3 года соответствовало коэффициенту 0,1; 4-7 лет – 0,3; 8-10 лет – 0,4; 11-14 лет – 0,5; 15-20 лет – 0,8; 20-25 лет – 0,9; более 25 лет – 1. Коэффициенты аргументированности и самооценки выявлялись в процессе проведения экспертного опроса. Эвристический коэффициент зависел от коэффициента

ентов самооценки и аргументированности ответов экспертов и рассчитывался по формуле:

$$\lambda_3 = \frac{(\lambda_{CO} + \lambda_{arg})}{2}, \quad (1)$$

где λ_3 – эвристический коэффициент;

λ_{CO} – коэффициент самооценки;

λ_{arg} – коэффициент аргументированности.

Суммарный коэффициент:

$$\lambda_{\Sigma} = \lambda_3 + \lambda_{квал} + \lambda_{стаж}, \quad (2)$$

где λ_{Σ} – суммарный коэффициент компетенции эксперта;

λ_3 – эвристический коэффициент;

$\lambda_{квал}$ – коэффициент квалификации эксперта;

$\lambda_{стаж}$ – коэффициент стажа эксперта.

Результаты исследований и обсуждение

Нарушение работоспособности или отказ основного электрооборудования распределительной электрической подстанции (рис. 1) является причиной прекращения электроснабжения потребителей в случае аварий на подстанциях. В случае сохранения работоспособности этого оборудования восстановление подачи напряжения происходит путем выполнения оперативных переключений дежурным персоналом.

Эффективным методом предупреждения возможных аварий и выхода оборудования из строя является своевременная диагностика его технического состояния и дефектов монтажа. Основными методами диагностирования являются тепловизионный контроль оборудования, проверка сопротивления изоляции и визуальный осмотр. Диагностика позволяет прогнозировать приближающуюся неисправность в элементах электрооборудования и своевременно принимать меры по восстановлению номинальных параметров или замене контролируемого элемента, не затрагивая по возможности другие, ещё исправные элементы. Диагностика обеспечивает снижение трудозатрат на техобслуживание и ремонт элементов оборудования,

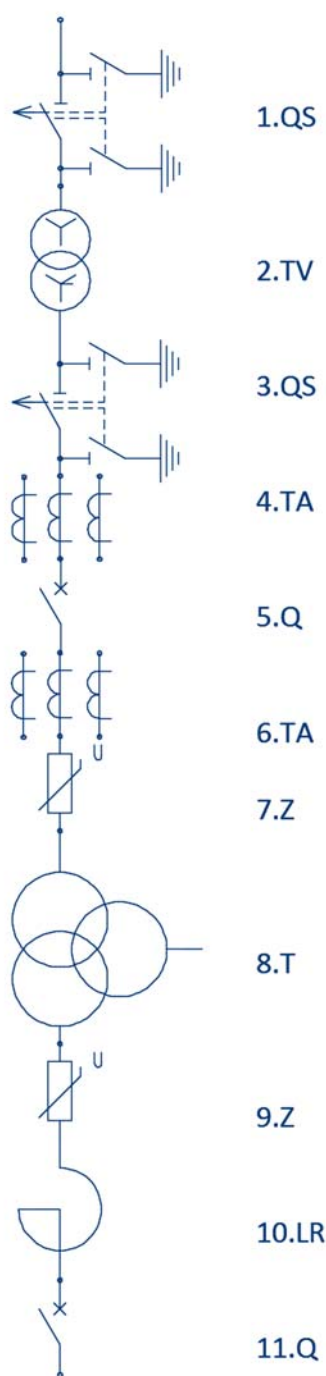


Рис. 1. Схема соединений электрооборудования на распределительной подстанции:

- 1, 3 – разъединители;
- 2 – трансформатор напряжения;
- 4, 6 – трансформаторы тока;
- 5 – выключатель 110 кВ;
- 7 – ограничитель напряжения 110 кВ;
- 8 – трансформатор силовой 110/10 кВ;
- 9 – ограничитель напряжения 10 кВ;
- 10 – реактор токоограничивающий;
- 11 – выключатель 10 кВ

увеличивает срок службы, повышает уровень надежности и электробезопасности. На подстанциях тепловизионное обследование оборудования производят один раз в квартал. С его помощью на ранней стадии выявляется множество дефектов, связанных с перегревом (рис. 2).

В результате исследования температуры контактного соединения фазы «А» проходного изолятора ввода трансформатора напряжением 10 кВ ПС 110/10 кВ прибором testo 875–2i со стандартным объективом 32° было установлено её изменение в осенний период от 10,5 до 16,1°C, что свидетельствует о плохом контакте соединения (рис. 3).

Несмотря на своевременное проведение плановых профилактических мероприятий, осмотров и диагностических проверок, отказы электрооборудования остаются основной проблемой распределительных подстанций [7]. В процессе сбора статистической информации и анализа отказов электрооборудования распределительных подстанций определены их основные причины и частота [8, 9].

Установлено, что среди всех элементов электрооборудования отказы выключателей на напряжение 10 кВ являются одной из основных причин прекращения электроснабжения потребителей подстанции. Поэтому они требуют модернизации для повышения эксплуатационной надежности. Для получения дополнительной информации, кроме сбора и обработки статистических данных, в ряде случаев целесообразно использовать экспертные оценки, обработанные соответствующим образом [10]. Эффективность экспертизы в значительной степени зависит от четкости вопросов анкеты, которые должны не только уточнять прогнозируемые показатели, но и способствовать выявлению компетентности и объективности эксперта.

Согласно теории нечетких множеств [11] функция принадлежности (ФП) в соответствии с используемой методикой показывает степень принадлежности элементам множеству А и может принимать значения от 0 до 1 [12].

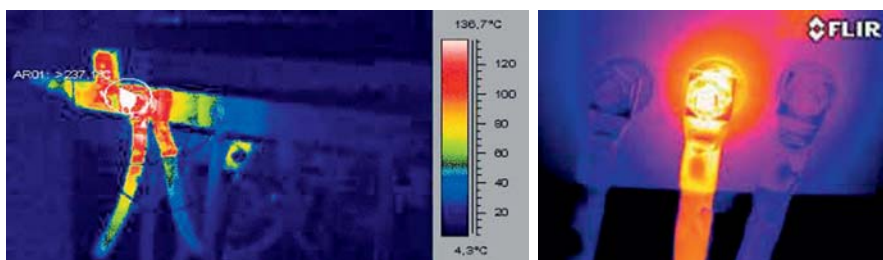


Рис. 2. Дефекты контактных соединений, выявленные тепловизором RGK TL-160 на подстанции

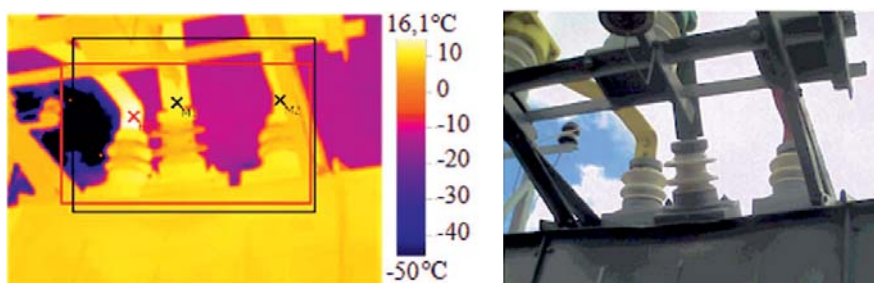


Рис. 3. Тепловизионное обследование ввода трансформатора напряжением 10 кВ № 1 ПС 110/10 кВ

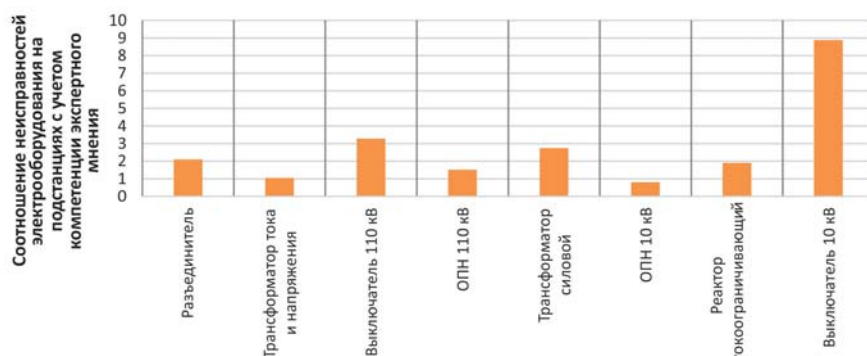


Рис. 4. Результаты экспертной оценки отказов электрооборудования распределительных подстанций с учетом коэффициента компетенции экспертов



Рис. 5. Распределение высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ на распределительных подстанциях

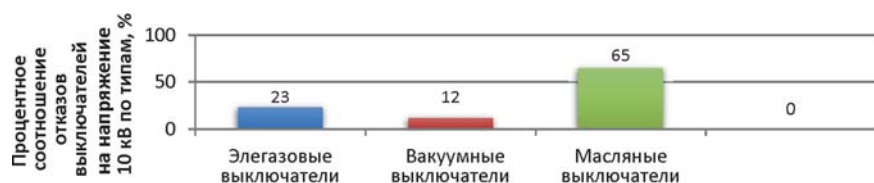


Рис. 6. Распределение отказов высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ на распределительных подстанциях

Для получения субъективного представления экспертного мнения вводим в условные единицы соотношения отказов электрооборудования суммарный коэффициент по формуле:

$$N_i = \lambda_{\Sigma} \cdot I_{\Sigma} \quad (3)$$

где N_i – показатель процентного соотношения отказов электрооборудования распределительных подстанций, поэлементно представленный в условных единицах с учетом компетентности экспертного мнения;

I_{Σ} – показатель процентного соотношения отказов электрооборудования распределительных подстанций, указанного экспертами в условных единицах для отдельных элементов силовой цепи подстанции;

λ_{Σ} – суммарный коэффициент компетенции эксперта.

Полученные результаты представлены на рис. 4.

Из анализа субъективного представления количественного соотношения отказов электрооборудования распределительных подстанций с учетом коэффициентов компетенции экспертов (см. рис. 4) следует, что выключатели на напряжение 10 кВ являются основной причиной перерыва в электроснабжении потребителей в связи с их частыми отказами и низкой надежностью.

Существуют три основных типа выключателей на напряжение 10 кВ: элегазовые, вакуумные и масляные, получившие название по среде, в которой происходит гашение дуги. В процессе исследования определен долевой состав выключателей на напряжение 10 кВ на распределительных подстанциях (рис. 5) и их отказов (рис. 6).

Показатели по отказам высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ представлены в табл. 1

Анализ полученных результатов показал, что самыми ненадежными являются масляные выключатели. Являясь наиболее распространёнными, используемыми на подстанциях, они в то же время и наименее надежны в работе, что свидетельствует о необходимости модернизации как самой конструкции, так и применения инновационных методов технического

Таблица 1. Показатели по отказам высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ

Показатели	Вид выключателя		
	масляный	элегазовый	вакуумный
Распределение выключателей на подстанциях, %	52	32	16
Состав отказов, %	68	20	12
Отказы на единицу выключателей, %	1,35	0,65	0,75

обслуживания масляных выключателей, учитывая, что на каждой электрической подстанции силовые выключатели являются основным элементом защиты силовых цепей. Очевидно, что на этот важный и ответственный элемент распределительной подстанции системы электроснабжения налагаются особые требования как со стороны потребителя, так и со стороны надзорных органов. Около 70 % случаев повреждений выключателей связано с непогашением дуги, перекрытиями внутри баковой изоляции, повреждением вводов. Остальные повреждения связаны с нарушением контактной системы, поломками изоляционных частей и деталей механизма управления выключателем. Отказы дугогасящих устройств связаны с дефектами дугогасительной камеры или с малой скоростью расхождения контактов из-за ослабления пружин, загустения смазки, заедания передаточных механизмов и повышенной вязкости масла при низких температурах.

В практике эксплуатации высоковольтных выключателей выделяют три основных направления развития аварии выключателей ВМП-10: образование дуги – 30%, повреждение и отгорание вводов и контактных соединений – 12, повреждение механизмов и аппаратуры выключения – 42, другие причины – 18%. Как показывает анализ статистических данных по аварийным ситуациям, в ячейках распределительных устройств с применением масляных выключателей ВМП-10 после возникновения дуги перекрытие идет на корпус распределительного устройства (30% случаев) или происходит межфазное замыкание с последующим выгоранием всей ячейки (70%). Эти

аварийные случаи с образованием межфазной дуги можно предупредить путем установки межполюсной перегородки и предотвратить более тяжелые последствия аварии, такие как выгорание ячейки, возгорание соседних распределительных устройств.

Общее время перерыва в электроснабжении по причине неисправности выключателя на напряжение 10 кВ определяем по выражениям (1), (2), (10):

$$T_B = \frac{T_{II}}{100\%} \cdot 42\%, \quad (4)$$

где T_{II} – время перерыва в электроснабжении по причине аварий на подстанции, ч;

$$T_{ВД} = \frac{T_B}{100\%} \cdot 30\%, \quad (5)$$

где T_B – время перерыва в электроснабжении по причине отказа выключателя на напряжение 10 кВ, ч;

$T_{ВД}$ – время перерыва в электроснабжении по причине аварии выключателя на напряжение 10 кВ с образованием электродуги, ч;

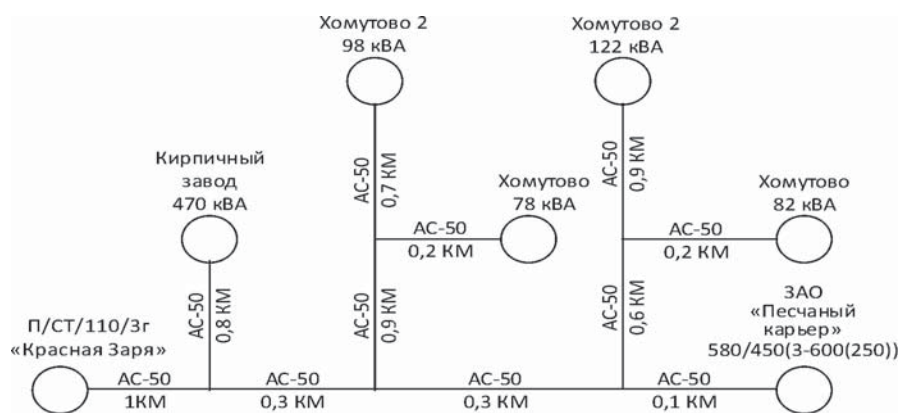
$$T_{ПФ} = \frac{T_{ВД}}{100\%} \cdot 70\%, \quad (6)$$

где $T_{ПФ}$ – время перерыва в электроснабжении по причине аварии выключателя 10 кВ с образованием электродуги и последующим перекрытием фаз, ч.

При наличии значения времени перерыва в электроснабжении по причине отказа распределительной подстанции можно рассчитать время перерыва из-за перекрытия фаз с возникновением дуги при аварии высоковольтного выключателя ВМП-10.

При движении контакта в дугогасительной среде образуются мощные потоки вещества, которые, в свою очередь, образуют область высокого давления. Также благодаря движению контакта происходит смешивание вещества, вследствие которого происходит быстрое охлаждение дуги. При особо мощной дуге может также произойти ее взрыв, создающий давление более 100 кПа с выбросом частиц мусора. Температура электрической дуги может достигать 20000 °С с образованием в ней паров меди и брызг расплавленного металла. При этом возникают давление высокой интенсивности и звуковые волны, распространяющиеся вокруг с большой скоростью.

Для более полной оценки влияния отказов ВМП-10 на уровень надежности электроснабжения в качестве примера выбрана ВЛ 10 кВ, отходящая от подстанции «Красная Заря»

**Рис. 7. Схема ВЛ 10 кВ, отходящая от подстанции «Красная Заря» (фидер № 9) Новодеревеньковского РЭС Орловской области**

(фидер № 9) Новодеревеньковского РЭС Орловской области (рис. 7).

В качестве критерия оценки надежности электроснабжения выбран показатель недоотпуска электроэнергии. Изменчивость показателя потока отказов отдельных элементов связана со старением и большим износом оборудования [13, 14].

Для определения недоотпуска электроэнергии принят вариант расчета, позволяющий учесть время перерыва электроснабжения (8) и являющийся классическим методом оценки его надежности. Недоотпуск электроэнергии за год из-за вероятных отказов элементов сельской электрической сети характеризует уровень надежности системы электроснабжения (7) [15]:

$$W_n = \Sigma S \cos \varphi (T_{II}); \quad (7)$$

$$T_{II} = \sum_i \frac{\omega \tau + \gamma \mu t}{100} \cdot L, \quad (8)$$

где T_{II} – время перерыва в электроснабжении, ч;

W_n – недоотпуск электроэнергии, кВт·ч;

ω – частота аварийных отказов элементов схемы, отказов в год на 100 км;

t – продолжительность одного отказа, ч;

γ – коэффициент, учитывающий меньшую тяжесть плановых отключений;

μt – время перерыва электроснабжения за год из-за плановых отключений, ч;

S – полная максимальная мощность ВЛ 10 кВ, кВА;

L – длина ВЛ 10 кВ, км.

Также для более объективной оценки следует определить ущерб от перерыва в электроснабжении. Экономический ущерб от ненадежности электроснабжения характеризует интегральные свойства надежности системы, включая ее загрузки и значимость потребления энергии. Также ущерб потребителей зависит не только от продолжительности времени перерыва электроснабжения, но и от количества этих перерывов за год. Ущерб рассчитывают с учетом средней цены единицы выпускаемой

продукции за единицу времени по следующей формуле (9):

$$Y_{np} = T_n \cdot K_{nm} \cdot C_{em}, \quad (9)$$

где Y_{np} – экономический ущерб производству, руб.;

T_n – время перерыва в электроснабжении, ч;

K_{nm} – количество производимой продукции за 1 ч, шт.;

C_{em} – стоимость одной единицы произведенной продукции, руб.

Расчет времени перерыва электроснабжения проведен для двух производств по соответствующим линиям электропередачи (рис. 8).

Зная суммарное время перерыва в электроснабжении, можно рассчитать недопроизведенную продукцию на предприятиях. Результаты расчета представлены в табл. 2.

При расчетах надежности электроснабжения на электрооборудование подстанции приходится 2 ч перерыва в электроснабжении в год. Исходя из имеющихся данных по составу отказов электрооборудования распределительных подстанций, можно определить время перерыва, происходящее на выключателях 10 кВ.

На данные выключатели приходится 42% всех отказов электрооборудования на распределительных подстанциях:

$$T_B = \frac{2}{100} \cdot 42\% = 0,84 \text{ ч},$$

где T_B – время перерыва в электроснабжении по причине неисправности выключателя на напряжение 10 кВ, ч.

Время перерыва в электроснабжении при возникновении электрической дуги в масляном выключателе на напряжение 10 кВ составит:

$$T_{ВД} = \frac{0,84}{100} \cdot 30\% = 0,25 \text{ ч},$$

где $T_{ВД}$ – время перерыва в электроснабжении по причине аварии выключателя на напряжение 10 кВ с образованием электродуги, ч.

Как видно, расчетное время перерыва в электроснабжении не соответствует требованиям для подстанций в случае тяжелых аварий, связанных с высоковольтными выключателями, и при невозможности перевести нагрузку может достигать 6-8 ч, а в случае выгорания ячейки – 20-28 ч. Так как используются усредненные данные, взятые в целом по подстанциям, возьмем фактическое время перерыва в электроснабжении при тяжелой аварийной ситуации, связанной с высоковольтным выключателем на 10 кВ. В случае возникновения электрической дуги тяжесть аварии остается одинаковой для всех видов выключателей, за исключением масляного. Так как здесь происходит возгорание большого объема масла,



Рис. 8. Схемы электроснабжения производственных потребителей:
А – кирпичный завод, Б – песчаный карьер

Таблица 2. Результаты расчета времени перерыва электроснабжения, недоотпуска электроэнергии и продукции

Электропотребитель	Время перерыва, ч	Недоотпуск электроэнергии, кВт·ч	Объем недопроизведенной продукции
А – кирпичный завод	14,1	6161	2312 шт.
Б – песчаный карьер	14,05	5872	3596 м³ песка



то среднее время на восстановление электроснабжения также составляет около 14-18 ч. Принимаем среднее минимальное значение времени перерыва в электроснабжении сельскохозяйственного потребителя по причине аварийных ситуаций на распределительных подстанциях, связанных с высоковольтными выключателями. Разница аргументируется техническими особенностями конкретного вида выключателя, влияющими на работы, связанные с возобновлением питания.

Время перерыва в электроснабжении в случае тяжелых аварий, связанных с высоковольтными выключателями на напряжение 10 кВ, составляет: масляного – 8 ч, элегазового – 6, вакуумного – 5 ч.

Так как доля аварий по причине неисправности высоковольтных выключателей составляет 42%, то можно рассчитать усредненное время перерыва в электроснабжении. Это время будет заложено в расчеты на перспективу, так как тяжелые аварии происходят не каждый год.

Усредненное время перерыва в электроснабжении в случае аварий, связанных с неисправностью высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ составляет: масляного – 3,36 ч, элегазового – 2,52, вакуумного – 2,1 ч.

Определяем количество недоотпущенной продукции и электроэнергии при межфазном замыкании выключателя 10 кВ. Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Как видно из полученных расчетов, возникновение дуги с последующим межфазным замыканием влечет за собой большой недоотпуск электроэнергии и продукции на предприятиях. В дальнейшем следует рассмотреть варианты электроснабжения отдельного сельского населенного пункта как потребителя третьей категории и крупного производственного потребителя с возможными значительными ущербами для выработки рекомендаций для потребителей. Одним из способов предотвращения возникновения электрической дуги и тяжелой аварийной ситуации является модернизация выключателей на

Таблица 3. Количество недоотпущенной продукции и электроэнергии при межфазном замыкании в выключателе на напряжение 10 кВ на производствах

Вид выключателя	Недоотпущенная продукция		Недоотпущенная электроэнергия, кВт·ч	
	на кирпичном заводе, шт.	на песчаном карьере, м³	на кирпичном заводе	на песчаном карьере
Масляный	550	1344	1468	1404
Элегазовый	413	667	1101	1053
Вакуумный	344	556	917	877

напряжение 10 кВ и их дугогасящей камеры.

Выводы

1. Результаты анализа субъективного представления количественного соотношения отказов электрооборудования распределительных подстанций с учетом коэффициентов компетенции экспертов показали, что выключатели на напряжение 10 кВ являются основной причиной перерыва в электроснабжении потребителей в связи с частыми отказами и низкой надежностью. При этом самыми ненадежными являются масляные выключатели.

2. Анализ статистических данных по аварийным ситуациям в ячейках распределительных устройств с применением масляных выключателей ВМП-10 показал, что после возникновения дуги перекрытие идет на корпус распределительного устройства в 30% случаев, а межфазное замыкание с последующим выгоранием всей ячейки – в 70% случаев.

3. Аварийные случаи с образованием межфазной дуги можно предупредить путем установки межполюсной перегородки и предотвратить более тяжелые последствия аварии, такие как выгорание ячейки, возгорание соседних распределительных устройств.

4. В качестве критерия оценки надежности электроснабжения может служить показатель недоотпуска электроэнергии. Установлено, что возникновение аварийного случая с образованием дуги и последующим межфазным замыканием влечет за собой большой недоотпуск электроэнергии предприятиям, что приводит

к снижению производства продукции на них.

5. Время перерыва в электроснабжении при невозможности перевести нагрузку доходит до 6-8 ч, а в случае выгорания ячейки – до 20-28 ч. Усредненное время перерыва в электроснабжении в случае аварий, связанных с неисправностями высоковольтных выключателей на напряжение 10 кВ, составляет: для масляного – 3,36 ч, для элегазового – 2,52, для вакуумного – 2,1 ч.

Список

использованных источников

1. **Подобедов П.Н., Масленников П.А., Некрасов А.И.** Экспертная оценка эксплуатационной надежности электрооборудования распределительных подстанций // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2017. № 11. С. 67-74.
2. **Бешелев С.Д., Гуревич Ф.Г.** Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 264 с.
3. Экспертные оценки и их применение в энергетике / И.С. Вартазаров, И.Г. Горлов, Е.В. Минаев, Р.М. Хвастунов. М.: Энергоиздат, 1981. 188 с.
4. **Оруджев Ф.Д.** Экспертные оценки и теория нечетких множеств в исследовании электрических систем // Электричество. 1983. № 4. С. 7-11.
5. **Шер А.П.** Алгоритмические методы выделения размытых множеств на основе неточных экспертных оценок // Проблемы управления и теории информации. 1982. Т. 2. № 1. С. 41-42.
6. **Шер А.П.** Согласование неточных экспертных оценок и функция принадлежности в методе размытых множеств. Владивосток: изд-во АН СССР, 1978. С. 111-118.
7. **Саенко Ю.Л., Попов А.С.** Исследование причин повреждения трансформаторов напряжения контроля изоляции // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2011. № 7 (89). С. 59-66.
8. **Подобедов П.Н., Масленников П.А.** Исследование отказов шинных мостов 10 кВ

и способа их предотвращения // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2017. № 2. С. 65-68.

9. **Подобедов П.Н., Масленников П.А.** Применение диэлектрических материалов для изготовления межполюсных перегородок в выключателях 10 кВ // Вестник ВИАЭСХ. 2017. № 1. С. 13-17.

10. **Левин М.С., Лещинская Т.Б.** Методы теории решений в задачах оптимизации систем электроснабжения: учебное пособие. М.: ВИПКэнерго, 1989. 130 с.

11. **De Luca A., Termini S.** Algebraic properties of fuzzy sets /A. De Luca, S. Termini // Journal of Mathematical analysis and applications. 1972. V. 40/ P. 373-386.

12. **Некрасов А.И., Подобедов П.Н.** Многокритериальная оценка применения элементов воздушных линий электропередач 10 кВ // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». 2018. № 1. С. 63-68.

13. Комплексная оценка технического состояния сельскохозяйственных сетей 10 и 0,38 кВ /И.А. Будзко, М.С. Левин, О.А. Терешко, П.С. Переверзев // Электрические станции. 1987. № 12. С. 56-60.

14. **Переверзев П.С.** Совершенствование электроснабжения и применения электроэнергии в агропромышленном комплексе. М.: СХТ. МИИСП, 1986. С. 15-19.

15. **Neimane V.** On development of electricity distribution networks: doctoral Dissertation. Stockholm, 2001. 228 p.

Investigation of the Effect of Electrical Failures of Distribution Substations on the Reliability of Power Supply

A.I. Nekrasov

(VIM Federal Scientific and Engineering Center);

P.N. Podobedov

(JSC Russian Railways);

A.A. Nekrasov

(VIM Federal Scientific and Engineering Center);

P.A. Maslennikov

(PJSC MOESK)

Summary. The main causes of failures of electrical equipment of distribution substations are described and an expert assessment of its reliability is presented. A ratio of failures of various types of 10 kV switches and their causes is given. The existing 10 kV line is discussed, data on the line losses from undersupply of electricity are provided. The influence of the VMP-10 switch on the line reliability indicators is shown.

Keywords: distribution substation, electrical equipment, power supply reliability, high-voltage switch, electrical equipment failure, losses.

Вниманию читателей!

Условия подписки на журнал «Техника и оборудование для села» на 2019 год

Подписку можно оформить в почтовых отделениях связи Российской Федерации (индекс в каталоге агентства «Роспечать» 72493, в Объединенном каталоге «Пресса России» 42285) или непосредственно через редакцию на льготных условиях (за вычетом почтовых расходов).

Стоимость подписки на год:

- по Российской Федерации – 8316 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 9480 руб. (НДС 0%).

Стоимость подписки на второе полугодие 2019 г. с учетом доставки:

- по Российской Федерации – 4158 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 4740 руб. (НДС 0%).

Стоимость подписки на один месяц:

- по Российской Федерации – 693 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 790 руб. (НДС 0%).

Подписку можно оформить с любого месяца на любой период текущего года, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты:

УФК по Московской области
(Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475/КПП 503801001
ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО,
БИК 044525000
В назначении платежа указать
код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский,
ул. Лесная, 60, Росинформагротех,
журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;
факс (496) 531-64-90
E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru





ПротеинТек
Форум и экспо

Уникальный специализированный форум и выставка по производству и использованию растительных и микробных протеинов, а также по глубокой переработке высокобелковых культур

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 25 сентября 2019

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



ПроПротеин
Форум и экспо

Уникальный специализированный форум и выставка по производству и использованию животных протеинов (рыбная и мясокостная мука) и синтетических протеинов («мясо из пробирки»)

📍 Москва,
отель Холидей Инн Лесная
📅 26 сентября 2019

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

ПРИМУТ УЧАСТИЕ:

- Производители, импортеры и переработчики сои, подсолнечного шрота, гороха, рапса и других растительных протеинов.
- Производители концентратов и изолятов соевого белка, подсолнечника, гороха.
- Производители сухой барды, пивной дробины.
- Производители кормовых дрожжей.
- Производители кормового белка из метана (гаприн).
- Производители белков для функционального питания.
- Производители протеинов из насекомых.
- Производители и переработчики мяса и птицы.
- Производители, импортеры и переработчики рыбной и мясной муки.
- Переработчики пера, производители перьевой муки.
- Производители искусственного мяса («мясо из пробирки»).
- Убойные цеха и заводы мясокостной муки.
- Рыбные комбинаты и рыбхозы.

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



УДК 629.113.004.53

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-30-34

Инновационное устройство для контроля изнашивания тормозных накладок автомобилей сельскохозяйственного назначения

Е.А. Родионова,

аспирант,

elochka2008-86@list.ru

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,

ivan.uspenskiy@yandex.ru

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой,

yuival@rambler.ru

В.А. Волченкова,

студент магистратуры,

vol4enkova.97@mail.ru

(ФГБОУ ВО РГТУ)

Аннотация. Приведен анализ инновационных технических решений для определения износа накладок тормозных колодок на этапе диагностирования тормозных систем автомобилей в сельском хозяйстве. Предложено устройство для контроля изнашивания тормозных накладок, позволяющее в автоматическом режиме диагностировать работоспособность тормозной системы автомобиля.

Ключевые слова: устройство диагностирования, тормозная система, тормозная накладка, интенсивность износа, контроль изнашивания.

Постановка проблемы

В Российской Федерации в последнее время наблюдаются высокие темпы автомобилизации. При этом парк автомобилей, автобусов и мототранспорта за последний период увеличился более чем в 2 раза, а на каждую 1000 россиян сейчас приходится более 500 ед. всех видов автотранспорта.

К началу 2019 г. в нашей стране насчитывалось около 6,4 млн грузовых автомобилей, более 895 тыс. автобусов и почти 46,8 млн легковых автомобилей, принадлежащих



частным владельцам, предприятиям и организациям различных форм собственности [1].

Анализ результатов эксплуатации зарубежных транспортных средств сельскохозяйственного назначения [2] и перспектив повышения их эксплуатационных показателей [3] показал, что эффективная работоспособность имеющегося машинно-тракторного парка и готовность к его использованию по назначению достигаются за счет сохранения ресурса машин и агрегатов путем применения прогрессивных технологий их технической эксплуатации с применением современных средств диагностирования [4, 5].

Одним из основных условий безопасной эксплуатации машинно-тракторного парка является эффективная и безотказная работа тормозных систем. Поэтому разработка новых устройств диагностирования тормозных механизмов мобильной сельскохозяйственной техники, позволяющих определить фактический износ фрикционных накладок и осу-

ществлять его контроль, является актуальной научно-практической задачей.

Цель исследований – разработка устройства для контроля изнашивания тормозных накладок тормозных систем автомобилей сельскохозяйственного назначения.

Материалы и методы исследования

Исследовались особенности диагностирования тормозных механизмов мобильной сельскохозяйственной техники и устройства для определения износа тормозных колодок. Исходная информация была получена по результатам исследований, проведенных ранее учеными ФГБОУ ВО РГТУ. Также использовались результаты уже выполненных разработок профессорско-преподавательского состава кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» ФГБОУ ВО РГТУ, приоритет которых подтвержден патентами РФ на изобретения и которые частично были внедрены на предприятиях АПК Рязанской области.

Применялись методы исследований объектов при технической эксплуатации транспорта, в электро-технике и экспертно-аналитический.

Результаты исследований и обсуждение

Для повышения информативности и глубины диагностирования тормозов в МАДИ были проведены исследования с целью разработки модуля к стенду для определения тормозных качеств, который, повышая точность, достоверность и глубину диагностирования тормозной системы, одновременно имел бы возможность автоматической выдачи результатов диагностирования. При этом результаты диагностирования в агрегированном виде могли бы использоваться в интегрированной системе управления производством технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) автомобилей (рис. 1).

Разработанный автоматизированный модуль имел возможность выдавать в автоматическом режиме следующие результаты диагностирования:

- нормальный, малый или большой зазор между накладкой и тормозным барабаном;
- «разобрать тормозной механизм»;
- «заменить тормозной барабан»;
- «заменить тормозную камеру» и «заменить тормозной кран».

Как видно из приведенного перечня результатов диагностирования, данная разработка не имеет возможности количественного определения износа фрикционных накладок, а оценивает лишь общее техническое состояние тормозного механизма с точки зрения необходимости его регулировки или проведения разборки для дальнейшего определения необходимости замены фрикционных накладок.

В связи с введением в нашей стране порядка прохождения Государственного технического осмотра автомобилей с применением средств диагностирования в эксплуатации появились новые разработки стендов для контроля тормозов.

Однако, имея достаточно хорошие эксплуатационные показатели, стенды, предназначенные именно для контроля параметров при техническом осмотре, предусмотренном ГОСТ Р 51709-2001, обладают малой глубиной диагностирования и не могут дифференцированно определить техническое состояние деталей тормозного механизма или аппаратов тормозного привода автомобиля [3, 6].

К простейшим современным бортовым средствам, позволяющим диагностировать тормоза автомобиля непосредственно во время эксплуатации, относится, например, устройство «Эфтор-2», предназначенное для

диагностики тормозных систем всех типов транспортных средств. Прибор устанавливается в кабине водителя или в салоне легкового автомобиля и позволяет контролировать такие величины, как установившееся замедление, усилие нажатия на педаль, тормозной путь (при начальной скорости торможения до 50 км/ч), а также время срабатывания тормозной системы. Автономная память сохраняет результаты полученного замера и передает их на внешние измерительные устройства [7].

Более сложным устройством является прибор «Эффект», который дополнительно позволяет произво-

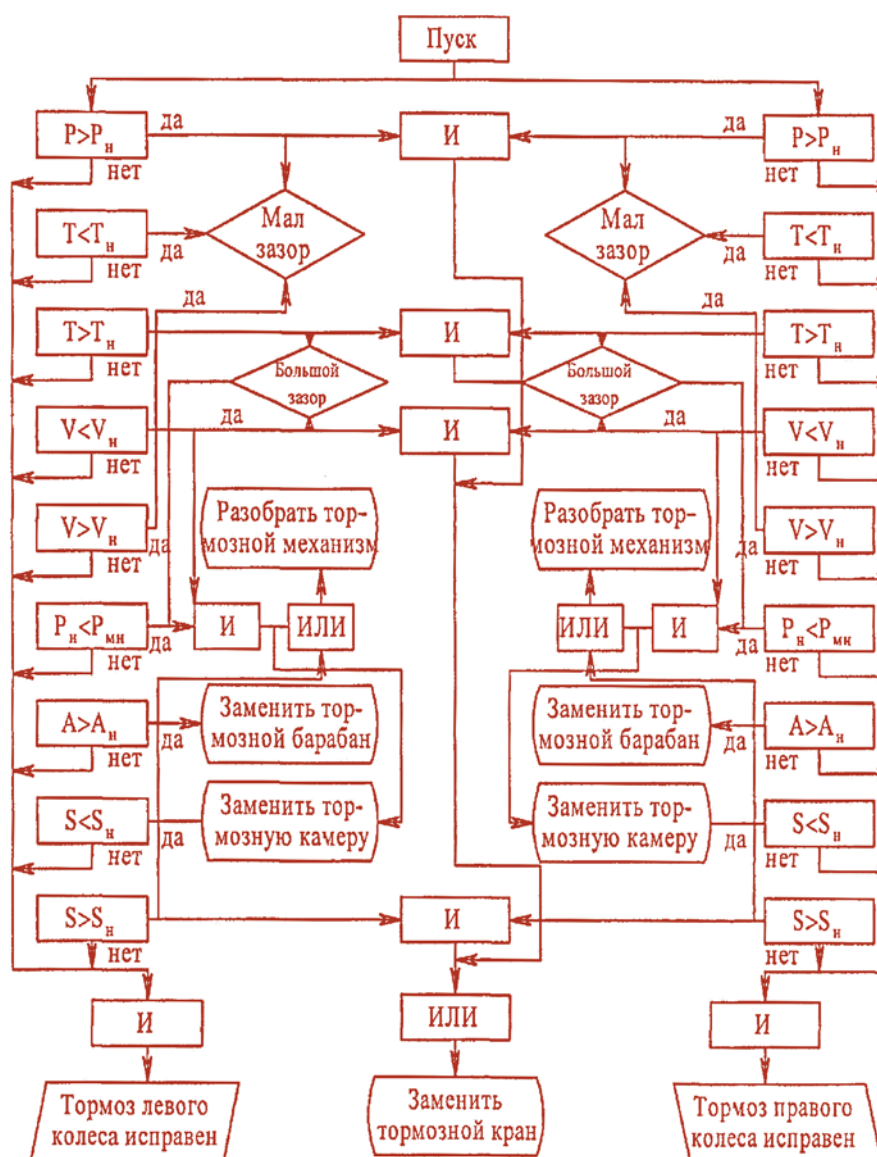


Рис. 1. Алгоритм автоматического диагностирования тормозной системы автомобиля

дить распечатку результатов замера. Достоинством прибора является расчет нормированного значения тормозного пути для любой величины скорости транспортного средства перед началом торможения.

Указанные приборы хорошо вписываются в технологический процесс технического осмотра с применением диагностирования, а также с успехом могут использоваться механиками автотранспортных предприятий при выпуске автомобилей на линию (при наличии на предприятии соответствующего ГОСТ Р 51709 - 2001 участка дороги). Однако для углубленного диагностирования, в частности определения величины износа фрикционных накладок, данные приборы непригодны.

Известен также метод встроенного диагностирования тормозов с пневматическим приводом, предложенный С.М. Морозом (МАДИ) [8]. Автор предлагает использовать комплексные диагностические параметры, определяемые в установленном режиме торможения, на начальном этапе переходного режима и на участке торможения до появления замедления. Одновременно с параметрами определяются характеристики режима торможения, что позволяет автоматизировать всю процедуру диагностирования.

Предлагаемые для диагностирования транспортных средств параметры позволяют определить работоспособность их тормозной системы в целом, выявить ухудшение функциональных свойств накладок и барабанов, увеличение зазоров в тормозных механизмах и негерметичность пневмопривода, однако не предусматривают измерение износа тормозных накладок [9].

Конструкторы современных автотранспортных средств уделяют большое внимание контролю износа фрикционных накладок. Существуют оптические, электрические и акустические индикаторы износа. Простейшим конструктивным решением является использование фрикционных накладок с индикаторами предельного износа (встроенный датчик) [10]. Иногда тормозные колодки имеют съемный

(заменяемый при каждой замене) датчик износа тормозных накладок колодок. Как только контакт датчика прерывается вследствие износа, цепь его разрывается и на панели приборов загорается индикатор.

Информация о достижении накладкой предельного износа зачастую передается водителю. Например, на автомобилях BMW при большом износе фрикционных накладок водителю поступает звуковой сигнал и на дисплее бортового компьютера появляется пиктограмма, а также текстовое сообщение «BREMSBELAG PRUFEN» («Проверить тормозные накладки»).

Однако информация от подобных устройств чаще всего ограничена одним-двумя уровнями износа, что не позволяет с достаточной степенью точности оценить состояние фрикционных накладок конкретно в данный момент времени.

Для получения информации о конкретной величине износа фрикционных накладок, не оснащенных сигнализаторами износа, ведутся исследования и разработки приставных датчиков-сигнализаторов.

В Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева на кафедре «Техническая эксплуатация транспорта» ведутся разработки инновационных устройств диагностирования тормозных систем автомобилей в сельском хозяйстве. В частности, было предложено устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки [10]. Также известна тормозная накладка толщиной больше величины предельного износа с указателем величины износа колодки, размещенным с двух сторон боковых поверхностей в виде сектора с плоским основанием (патент РФ №40085). Определение износа накладки тормозной колодки возможно только визуальным путем.

Кроме того, известен элемент тормозной системы, содержащий фрикционную полимерную накладку толщиной больше величины предельного износа с металлическим каркасом, прикрепленным к тыльной части фрикционной полимерной накладки,

имеющим отбортовку, расположенную по периметру. По расстоянию от рабочей поверхности до края отбортовки каркаса судят о величине предельно допустимого износа накладки (патент РФ № 28212). Недостатком этого предложения является возможность только визуального наблюдения предельно допустимого износа, не исключен контакт отбортовки с барабаном, что может привести к повреждению последнего.

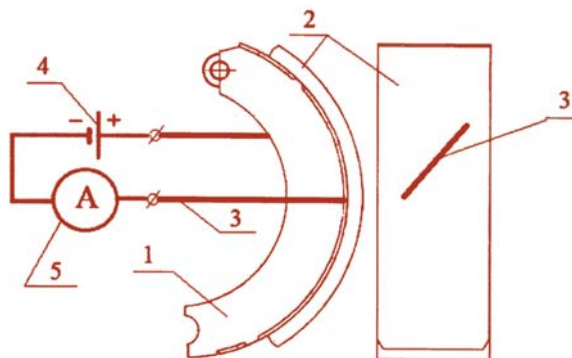
Также было предложено фрикционное изделие, имеющее визуальные указатели износа, содержащие индикатор износа, размещенный на боковой поверхности изделия, выполненный в виде углубления или выступа. Одна из поверхностей индикатора является стенкой, другая – плоской поверхностью (патент РФ № 2246645). Недостатком этого изделия также является необходимость визуального осмотра для определения износа тормозной накладки.

Разработан дисковый тормоз повышенной безопасности, имеющий скобу, скользящую по вилке, для прижатия фрикционных тормозных колодок к тормозному диску, включающий в себя индикатор износа с датчиком контроля параметра, который выдает сигнал в случае отклонения заданного параметра от нормы. Однако это устройство не учитывает интенсивности износа тормозной накладки.

С учетом недостатков предыдущих разработок было предложено устройство для контроля изнашивания тормозной накладки (рис. 2) [11], которое состоит из тормозной колодки 1 с закрепленной на ней фрикционной накладкой 2, в теле которой на ее рабочей поверхности выполнен прямоугольный паз (на рисунке не показан) с размерами, соответствующими размерам проводника 3, фиксируемого в этом пазу, например, с помощью клея. Противоположные концы проводника, загнутые под углом 90°, проходят через два соосно выполненных в теле фрикционной накладки и тормозной колодки отверстия и соединяются с источником питания 4 и амперметром 5 таким образом, что один конец проводника соединен с «плюсом» источника питания, «минус» которого

Рис. 2. Общая схема устройства для контроля изнашивания фрикционной накладки:

- 1 – тормозная колодка;
- 2 – фрикционная накладка;
- 3 – проводник;
- 4 – источник питания;
- 5 – амперметр



соединен с «плюсом» амперметра, а другой конец проводника – с «минусом», замыкая электрическую цепь.

Работа устройства осуществляется следующим образом. При соединении проводника 3 с источником питания 4 и амперметром 5 в замкнутой электрической цепи начинает протекать ток $I_{нач}$. В процессе эксплуатации тормозной колодки 1 в составе тормозной системы транспортного средства происходит периодический контакт фрикционной накладки 2 с поверхностью тормозного барабана (на рисунке не показано). Этот контакт вызывает износ поверхности фрикционной накладки (см. рис. 2) и уменьшение размера b проводника (рис. 3), зафиксированного в пазу фрикционной накладки. Изменение размера b приводит к уменьшению площади поперечного сечения S и увеличению сопротивления R проводника:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (1)$$

где ρ – удельное сопротивление проводника;

l – длина проводника;

S – площадь поперечного сечения проводника.

В свою очередь, увеличение сопротивления R проводника согласно закону Ома приводит к уменьшению силы тока в цепи «проводник – источник питания – амперметр»:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (2)$$

где U – напряжение источника питания.

Таким образом, по снижению силы тока в электрической цепи, состоящей из проводника 3, источника питания 4 и амперметра 5, можно оценивать процесс изнашивания фрикционной накладки 2 тормозной колодки 1. При этом шкала амперметра 5 может быть

проградуирована в единицах толщины фрикционной накладки, например, в миллиметрах.

Кроме того, шкала амперметра может иметь цветовые зоны, обеспечивающие улучшение визуального восприятия, например, зеленый – допустимый износ, красный – предельный износ.

На рис. 4 приведен график снижения силы тока в зависимости от величины износа Δ (по размеру b) проводника. Расчет выполнен по формулам (1) и (2) при следующих значениях входящих в них параметров:

- $U = 1 \cdot 10^{-5} \text{ В};$
- $a = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$
- $b = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$
- $l = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м};$
- $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м};$
- шаг износа $\Delta = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$

Следует иметь в виду, что ориентация максимального размера l проводника по отношению к длине и ширине фрикционной накладки будет влиять на величину износа. Однако это обстоятельство можно будет учесть при тарировке амперметра.

Выводы

1. Разработанное устройство для контроля изнашивания тормозной накладки позволяет в автоматическом режиме диагностировать работоспособность тормозной системы автомобиля.

2. Применение устройства для контроля изнашивания фрикционной накладки позволит повысить

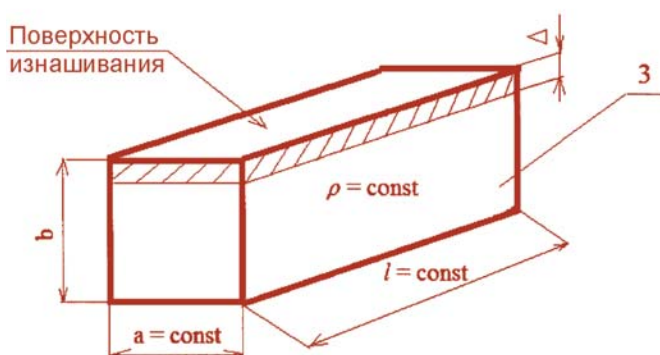


Рис. 3. Схема для расчета изменений сопротивления R проводника, расположенного в теле фрикционной накладки (см. рис. 2), в процессе их совместного изнашивания

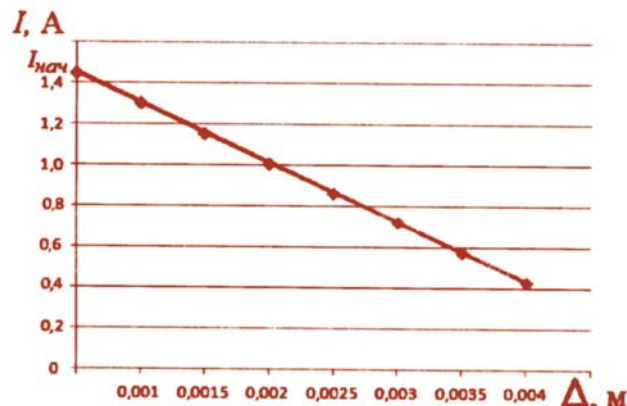


Рис. 4. Изменение силы тока I в электрической цепи устройства для контроля изнашивания фрикционной накладки в зависимости от изменения величины её износа Δ

уровень безопасности транспортного средства в процессе его эксплуатации.

3. Аналогичное устройство для контроля изнашивания может быть применено для дисковых тормозов и других узлов и деталей, находящихся в непосредственном контакте и подвергающихся износу.

Список

использованных источников

1. Вот сколько автомобилей зарегистрировано в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1gai.ru/autonews/520320-vot-skolko-avtomobiley-zaregistrirovano-v-rossii.html> (дата обращения: 07.05.2019).

2. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2012. № 4. С. 84-87.

3. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин, К.А. Жуков, С.Н. Гусаров. Рязань: ФГОУ ВПО РГТУ, 2013. 187 с.

4. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский, Е.А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 12. С. 32-34.

5. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, Е.А. Панкова, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Докл. Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2013: Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. С. 197-200.

6. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, С.В. Лыков // Вестник Красноярского ГАУ. 2013. № 12. С. 179-184.

7. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2013. № 02(086). С. 585-596. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf> (дата обращения: 08.05.2019).

8. Роль диагностирования тормозных систем в повышении безопасности движения и эффективности технической эксплуатации / Д.В. Безруков, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. Владимир, 2010: Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. С. 329-331.

9. Мороз С.М. Разработка метода диагностирования автомобильных тормозов с пневмоприводом встроенными средствами // Сб. науч. тр. МАДИ. М., 1980. С. 77-81.

10. Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Карцев Е.А. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладке // Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГТУ имени П.А. Костычева. Рязань, 2012: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК. С. 39-44.

10. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладке: пат. 2452880 Рос. Федерация № 2010142377/11 / Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Полищук С.Д., Успенский И.А. Юхин И.А., Волченков Д.А.; заявитель и патентообладатель Рязанский государственный агротехнологический университет; заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.2012. Бюл. № 16. 6 с.

11. Устройство для контроля изнашивания тормозной колодки пат. 2648924 Рос. Федерация № 2016137464 / Симдянкин А.А., Успенский И.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Юхин И.А., Родионова Е.А., Ремболович Г.К., Костенко М.Ю., Кокорев Г.Д., Ефремов В.Н., Ксендзов В.А., Шафоростов В.А., Голиков А.А.; заявитель и патентообладатель Рязанский государственный агротехнологический университет; заявл. 19.09.2016; опубл. 26.03.2018 Бюл. № 10. 10 с.

Innovative Device for Monitoring Wear of Brake Shoe Pads in Agricultural Vehicles

E.A. Rodionova,
I.A. Uspensky,
I.A. Yukhin,
V.A. Volchenkova

(Kostychev Ryazan State Agro-Technological University [RGATU])

Summary. An analysis of innovative engineering solutions for determining the wear of brake shoe pads at the stage of diagnosing vehicle brake systems in agriculture is presented. A device for monitoring brake shoe pad wear, which allows automatic diagnostics of the performance of a vehicle brake system, is proposed.

Keywords: diagnostic device, brake system, brake shoe pad, wear rate, wear monitoring.



УДК 631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-35-38

Цифровые системы и точность управления работоспособностью технологических машин в природообустройстве

Н.С. Севрюгина,

канд. техн. наук, доц.,
nssevr@yandex.ru

А.С. Апатенко,

д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой,
a.apatenko@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева)

Аннотация. Показана необходимость дополнения конструкции машин природообустройства цифровой системой контроля технического состояния по параметру эффективного функционирования в гарантированный ресурсный период. Приведена экспоненциальная модель расчета, исключая фактор неопределенности при усреднении значений показателей надежности отдельных систем путем снижения погрешности диагностического параметра.

Ключевые слова: машины природообустройства, эффективность, ресурс, диагностирование, погрешность, модель.

Постановка проблемы

Программы стратегического развития Российской Федерации содержат перечень задач, направленных на повышение комфортного проживания населения. Проведенные аналитические исследования научно-практического характера указывают на низкий уровень технической вооруженности основных социально значимых сфер жизнедеятельности человека. Состояние машинного парка является главным сдерживающим фактором технологической модернизации всех отраслей. Выполненная оценка показывает, что 80% техники находится за пределами срока амортизации. Для отечественного производителя наземных технологических машин остается актуальным вопрос повышения конкурентоспособности разрабатываемых моделей, их на-

дежности, что также характерно для машин природообустройства [1, 2].

В теории надежности среди основных показателей параметра долговечности применяется значение гамма-процентного ресурса, т.е. наработка, в течение которой машины или ее составляющие не достигнут предельного состояния с заданной вероятностью, в частности, гамма-процентный ресурс до капитального ремонта $\gamma = 80\%$. Очевидно, что ключевым в поддержании работоспособности машин природообустройства остается вопрос контроля технического состояния, т.е. развитие средств учета изменения заложенных параметров функционирования [3-5].

Для учета изменения параметров работоспособности машины в ее конструкцию включаются модули аппаратных систем диагностирования, которые могут быть как встроенными, так и выносными. Контролируемые параметры оцениваются набором средств измерения (СИ) с заданными метрологическими характеристиками.

Эксплуатант, руководствуясь соответствующими инструкциями, вправе рассчитывать на гарантированно верные данные контролируемого параметра, т.е. то, что применяемые средства диагностирования ключевых параметров работоспособности имеют высокую точность. Однако это утверждение верно лишь в теории, на практике для снижения эксплуатационных затрат принято использовать средства измерения с нормированным уровнем погрешности, что соответствует точности измерений порядка 95%.

Для повышения надежности машин и исключения влияния совокупной погрешности диагностирования предлагается модель персонифицированного учета параметров, кото-

рая обеспечит контроль изменения состояния эффективного функционирования технологических машин в природообустройстве.

Предлагается для повышения базовых характеристик машин природообустройства включить в конструкцию встраиваемую мультиплексную цифровую систему управления (МПЦСУ) с гарантированным эксплуатационным ресурсом.

Цель исследований – повышение ресурсных характеристик технологических машин в природообустройстве путем внедрения цифровых систем контроля точности диагностирования, снижающих погрешность измеряемой величины оценки технического состояния.

Материалы и методы исследования

Архитектура МПЦСУ строится по алгоритму логико-вероятностного моделирования, включающего в себя разработку физической и составления на ее основе математической модели. Расчетная модель строится на принципе согласованности реальных условий функционирования стандартизированным.

В предлагаемой модели за стандартный образец принимаются «нулевые» (предэксплуатационные) величины состояния систем машины. Результаты учета данных заносятся как первичные, и на всем периоде эксплуатации уровень изменения состояния будет рассчитываться как величина, производная от базовой. При выходе значения за рамки допустимых отклонений проводятся ремонтные действия, после которых ресурсные значения корректируются. Дополнительно решается задача получения информации, обеспечивающей упреждение риск-отказов машины.

По интенсивности изменения первичного параметра проводится оценка согласованности и разрабатывается план мероприятий сервисного характера по поддержанию систем машины в работоспособном состоянии.

Операционно мультиплексная система управления обеспечивает взаимосвязь между различным оборудованием машины через цифровые шины данных (например, по стандарту CAN) и конструктивно, представляет совокупность периферийных универсальных блоков и центрального блока обработки информации, дополненных оборудованием преобразования и согласования протоколов (рис. 1).

Модуль управления работоспособным состоянием машины в режиме реального времени выполняет вычисления параметров состояния и представляет инфограммы для последующего анализа. В дальнейшем разработка будет спроектирована на самостоятельное выполнение программным модулем ряда управляющих операций, указывая на принятые меры упреждающего воздействия путем автоматического регулирования в контролируемых системах машины. Также следует учитывать, что регулировочные воздействия имеют допустимые пределы, о достижении которых контрольный модуль должен передать сигнал с последующим управлением через типовые операции сервисных воздействий. Информационный пакет в режиме реального времени передается в диспетчерско-аналитический центр. При работе системного показателя в пределах границ допуска информация о работоспособности накапливается на внешнем носителе и передается в диспетчерско-аналитический центр для общего контроля и формирования базы персонализированных статистических данных эксплуатационной функциональности.

Предложенные модели реализуются на практике путем установки набора программных элементов и датчиков учета параметров на машины в период сервисных воздействий. С этого момента начинается персонализированный сбор аналитических

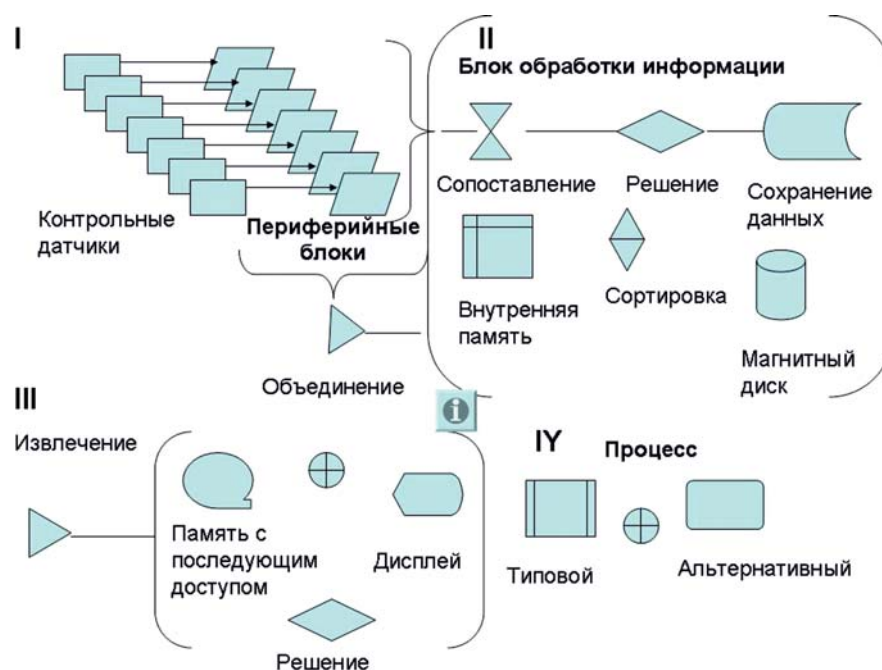


Рис. 1. Алгоритм сбора информации и управления процессом эффективного функционирования машины с применением аппаратных средств мультиплексной цифровой системы

данных о техническом состоянии машины в режиме реального времени и оценки вероятности риск-отказов с корректировкой гарантийного периода обслуживания и периода проведения восстановительных ремонтов.

Задача исследований сводится к разработке модифицированной модели снижения погрешности полученного значения диагностируемого параметра [1, 2, 6]. Базовая модель представлена с условием 95%-ного соответствия заданным характеристикам в виде:

$$\Delta_{0,95}(t) = \Delta_0 + F(t), \quad (1)$$

где Δ_0 – начальная погрешность средств измерения (СИ);

$F(t)$ – случайная для совокупности СИ данного типа функция времени, характеристикой состояния которой является изменение физико-химических процессов, вызывающих изнашивание и эффект старения элементов и блоков.

Количественно функция $F(t)$ сложно определима. Как показывает практика развития технологий и модернизации средств измерения, период эффективности функционирования по показателю морального старения

не должен превышать пяти лет эксплуатации, в связи с чем функцию аппроксимируют математической зависимостью, включающей показатель скорости изменения параметра $\vartheta(t)$:

$$\Delta_{0,95}(t) = \Delta_0 + \vartheta(t). \quad (2)$$

Долговечность функционирования даже в пятилетний период СИ оценивается показателем «запаса» Δ_R нормируемого предела Δ_{lim} погрешности:

$$\Delta_{lim} = \Delta_0 + \Delta_R, \quad (3)$$

где Δ_R – абсолютный запас погрешности.

Результаты исследований и обсуждение

Для учета интенсивности изменения погрешности диагностируемого параметра во времени при установлении частоты отказов используется упрощенная экспоненциальная модель расчета с введением параметра абсолютного значения изменения погрешности (a_Δ , %):

$$\Delta_{0,95}(t) = \Delta_0 + \vartheta t + a_\Delta \frac{t^2}{2}. \quad (4)$$

Представленная математическая модель имеет существенный недо-

статок – сверхдлительный период получения ключевых значений коэффициентов ϑ и a_A путем использования аппроксимированных экспериментальных данных о погрешности СИ за 10-15 лет.

Очевидно, что для оценки эффективности функционирования технологических машин требуется разработать систему сравнения, т.е. обосновано применение нормированных стандартных образцов с заданной точностью диагностирования физико-химических измерений, с которыми в режиме реального времени будут сравниваться функциональный показатель и выполняться оценка параметрической согласованности.

Практическая реализация предлагаемой модели учета изменения работоспособности машины представлена расчетным примером изменения ресурсных характеристик с учетом периодического выполнения управляющих воздействий по результатам информации о состоянии систем для многофункциональной технологической машины (экскаватор-погрузчик), условия функционирования которой характерны для всех типов машин, выполняющих разработку грунтов для различных народно-хозяйственных целей (рис. 2).

В качестве исходных данных принята информация производителя по ресурсам: 8-10 лет функционирования, которая зависит от мощности силового агрегата, установленного на машине. Для упрощения расчетов принято среднее значение – 9 лет.

Согласно теории вероятности условия обеспечения работоспособности машин закладываются производителем в соответствии с ограничением вероятности наступления отказа – 80%. Следующим допущением стало принятие показателя интенсивности использования машины в течение смены – 0,75.

Наглядно видно, что проведение периодических сервисных мероприятий повышает эффективность использования машины и позволяет провести прогнозные вычисления остаточного ресурса и планирование сервисных и ремонтных воздействий.

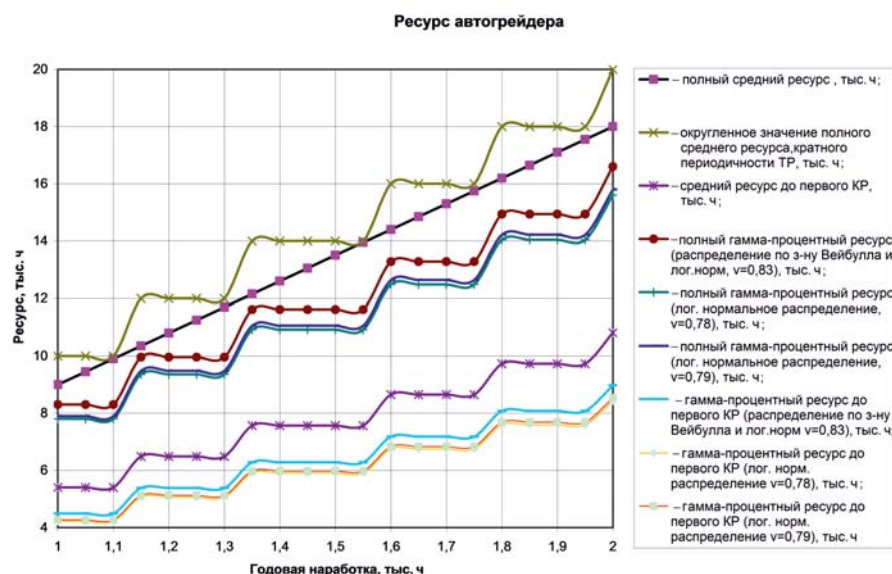


Рис. 2. Зависимость изменения ресурса машины при реализации модели управления работоспособностью в режиме реального времени

Проведенные исследования являются теоретической базой для расширения уже имеющегося практического задела, перевода полученных результатов на новый уровень реализации с учетом тенденций внедрения «ship and shoot» – технологии функционирования с минимальными затратами [7, 8].

Для выполнения условий совместного функционирования МПЦСУ в конструкции машин природообустройство требует согласованности интерфейсов программного обеспечения, для чего дальнейшие исследования предполагают разработку персонифицированной архитектуры размещения с миниатюризацией всех систем контрольного модуля управления.

Выводы

1. Установлено, что достоверная модель предсказательного мониторинга изменения состояния системы по диагностируемым параметрам может быть получена в период, в 2-3 раза превышающий период технологического и технического совершенствования конструкции технологических машин в природообустройстве.

2. Предлагается дополнить конструкцию технологических машин цифровой системой контроля технического состояния по параметру

эффективного функционирования в гарантированный ресурсный период.

3. Разработанная модель позволяет в режиме реального времени контролировать техническое состояние систем технологических машин в природообустройстве и планировать организационные сервисные мероприятия с учетом данных программного модуля, передаваемых дистанционно.

Список

использованных источников

1. Гриб В.В., Зорин В.А., Жуков Р.В. Многокритериальная оценка технического состояния механизмов и машин (динамика и изнашивание) // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2016. № 6. С. 19-22.
2. Баурова Н.И., Зорин В.А., Приходько В.М. Информационная модель состояния технической системы // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2017. № 6. С. 11-16.
3. Апатенко А.С. Влияние срока службы машин на их эксплуатационную надежность при выполнении мелиоративных работ // Техника и оборудование для села. 2013. № 10. С. 4-6.
4. Апатенко А.С. Анализ процессов и причины снижения интенсивности эксплуатации технологических машин // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный

университет им. В.П. Горячкина». 2013. № 3. С. 49-51.

5. **Апатенко А.С., Голубев М.И.** Обоснование выбора передвижных ремонтных мастерских при устранении отказов машин на мелиоративных работах // Техника и оборудование для села. 2019. № 3. С. 27-32.

6. **Севрюгина Н.С., Прохорова Е.В., Дикевич А.В.** Моделирование нештатных ситуаций при оценке надежности спецтехники // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2012. № 57. С. 90-96.

7. **Севрюгина Н.С.** Интегрирование теории вероятности случайных процессов в информационно-аналитическом комплексе мониторинга работоспособности дорожных машин // Матер. междунар. науч.-техн. конф. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. 2015: Интерстроймех, 2015. С. 188-192.

8. **Севрюгина Н.С., Волков Е.А., Литовченко Е.П.** Технологический процесс разработки калибровок программного обеспечения // Автомобиль и электроника. Современные технологии. 2013. № 1. С. 28-31.

Digital Systems and Precision Control of the Process Machinery Performance in Environmental Engineering

N.S. Sevryugina, A.S. Apatenko

(Russian State Agrarian University
Moscow Timiryazev Agricultural
Academy)

Summary. The necessity of supplementing the design of environmental engineering machinery with a digital control system for their technical state monitoring according to the parameter of effective functioning in a warranty lifetime is shown. An exponential model of calculation is given that eliminates the uncertainty factor when averaging the values of reliability indices of individual systems by reducing the error of the diagnostic parameter.

Keywords: environmental engineering machinery, efficiency, lifetime, diagnosis, error, model.

Национальная премия имени А. А. Ежевского



Участники:

студенты 2–4 курсов бакалавриата,
2–5 курсов специалитета очной формы обучения

Направление деятельности:

конструирование машин
для сельского хозяйства

Прием работ:

со 2 по 20 сентября 2019 г.

Подведение итогов:

3 ноября 2019 г.

Все подробности:

www.rosspetsmash.ru

Организатор: При поддержке:



Стратегический партнер Премии:



Генеральный информационный партнер:

AGROREPORT

instagram.com/premiiiezhevskogo
facebook.com/premiiiezhevskogo
vk.com/premiiiezhevskogo

Чувствуйте ответственность за всё, за что берёте так и относитесь к д которые решаете. Смотрите вперед.

Машины создают один раз десятки людей, делают машины тысячи людей, а эксплуатируют эти машины потом годами – миллионы.

Завод – это сложная, разветвлённая система, и руководитель должен быть в курсе каждой её части, только тогда всё получится.

У России есть потенциал, надо только всё грамотно спланировать, поставить цели, распределить задачи и взяться за дело.

Цитаты героя Социалистического Труда, заслуженного машиностроителя Российской Федерации А.А. Ежевского

УДК 631.15:338.4:636.082.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-39-42

Эффективность государственной поддержки племенного животноводства

А.И. Тихомиров,

канд. экон. наук, ст. науч. сотр.,
tikhomirov991@gmail.com
(ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);

Т.Е. Маринченко,

науч. сотр.,
9419428@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Приведены современное состояние и организационно-экономические факторы развития племенной базы животноводства. Рассмотрены механизмы оказания государственной поддержки племенному животноводству и показано её влияние на формирование внутреннего рынка генетических ресурсов. Определен уровень зависимости отрасли от импорта племенных ресурсов. Даны меры по совершенствованию механизмов государственной поддержки повышения конкурентоспособности племенной базы отрасли.

Ключевые слова: племенное животноводство, государственная поддержка, генетические ресурсы, импортозамещение, внутренний рынок, продовольственная безопасность.

Постановка проблемы

В настоящее время перед агропромышленным комплексом страны поставлена задача по наращиванию объемов производства сельскохозяйственной продукции для обеспечения потребностей внутреннего агропродовольственного рынка и реализации экспортного потенциала отрасли.

Одно из приоритетных направлений развития АПК России – технологическая модернизация и интенсификация аграрного сектора экономики за счет внедрения инновационных технических средств производства, совершенствования систем управления технологическими процессами и использования передовых достижений в области селекции и биотехнологии.

В современных условиях хозяйствования обеспечение устойчивого развития отечественного животноводства сопряжено с созданием не только прочной материально-технической, но и собственной племенной базы.

В этой связи изучение организационно-экономических особенностей развития племенного животноводства и разработка мер по повышению эффективности оказания государственной поддержки отрасли приобретают особую актуальность и практическую значимость.

Цель исследований – разработка предложений по совершенствованию механизмов повышения эффективности государственной поддержки племенного животноводства.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования являлись работы отечественных и зарубежных ученых в области совершенствования механизмов государственной поддержки АПК, развития племенного животноводства и формирования рынка генетических ресурсов отрасли.

Информационную базу исследования составили официальные данные Минсельхоза России, ФТС России и материалы ФГБНУ ВНИИплем.

В ходе исследования использовались экономико-статистический метод и метод экспертных оценок.

Результаты исследований и обсуждение

Обеспечение устойчивого развития и интенсификации животноводства находится в прямой зависимости от эффективности селекционно-племенной работы по совершенствованию существующих и созданию новых высокопродуктивных генетиче-

ских ресурсов сельскохозяйственных животных. Племенное животноводство должно обеспечить процесс интенсификации отрасли, повышение экономической эффективности и конкурентоспособности производимой продукции [1].

В этой связи развитие отечественной племенной базы является приоритетным направлением государственной агропродовольственной политики.

На сегодняшний день племенное животноводство представлено 2320 племенными стадами 14 видов сельскохозяйственных животных, разводимых на территории 81 субъекта Российской Федерации [2].

В рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства за последние годы со стороны федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации оказана существенная государственная поддержка племенному животноводству. Основным механизмом ее реализации является возмещение части затрат на содержание и приобретение племенного поголовья сельскохозяйственных животных и птицы [3].

За 2013-2017 гг. объем субсидий, выделенных на реализацию задач мероприятия «Поддержка племенного животноводства» из федерального бюджета, составил 18,4 млрд руб. (см. таблицу) [4].

Рассматривая современный уровень государственной поддержки племенного животноводства, следует проанализировать структуру основных направлений субсидирования.

Общий объем государственной поддержки племенной базы отечественного животноводства в 2018 г. составил 12 млрд руб. Наибольший объем финансовых ресурсов был направлен на содержание племен-

Динамика финансирования мероприятия «Поддержка племенного животноводства» из федерального бюджета

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Объем государственной поддержки из федерального бюджета, млн руб.	2698	3705	4602	3950	3421,8
Средняя ставка субсидии на содержание одной условной головы (маточное поголовье), руб.	4000	3694	4112	3413	2983

ного маточного поголовья сельскохозяйственных животных и составил 9,8 млрд руб., из которых 6,9 млрд руб. (70% от объема финансирования) пришлось на предприятия молочного скотоводства (рис. 1).

Средняя ставка субсидии в расчете на одну условную голову в 2018 г. составила 7845 руб. При этом она существенно отличалась в зависимости от региона. Так, в Белгородской и Курской областях средняя ставка составляла 41,5 и 24,6 тыс. руб. соответственно, в то время как в соседних регионах по ЦФО, таких как Тамбовская и Брянская области, ее размер был кратно ниже и находился на уровне 2,8 и 2,7 тыс. руб. соответственно [5].

Данная разница ставит племенные предприятия в неконкурентные условия хозяйствования и приводит к снижению экономической эффективности, что, в свою очередь, может привести к последующему их банкротству [6].

В этой связи целесообразно Минсельхозу России установить единую ставку субсидии по каждому федеральному округу. Это позволит повы-

сить конкурентную среду и точность прогнозирования хозяйственно-экономической деятельности племенных предприятий.

Кроме того, следует обратить внимание на дифференциацию ставки в зависимости от направления деятельности предприятий (рис. 2).

Ставка на содержание племенных коров и коз молочного направления продуктивности в 2018 г. составила 8887 и 8816 руб. соответственно, что заметно превосходило значения данного показателя в мясном скотоводстве, свиноводстве, овцеводстве и козоводстве, где она находилась на уровне 5,8-7,1 тыс. руб. Наименьший размер средней ставки отмечен в коневодстве и птицеводстве.

Другим приоритетным направлением государственной поддержки племенного животноводства является субсидирование затрат на приобретение племенного молодняка. На эти цели в рамках государственной программы было выделено 1,8 млрд руб., из которых 1,4 млрд руб. – из федерального бюджета, а оставшиеся 0,4 млрд руб. – из бюджетов регионов [5].

Основной объем финансовых ресурсов пришелся на субсидирование приобретения племенного молодняка КРС молочного и мясного направления продуктивности. Размер государственных субсидий на эти цели составил 1,5 и 0,2 млрд руб. соответственно. Расходы бюджета на возмещение части затрат при покупке племенного молодняка свиней достигли 90,4 млн руб.

За счет данных средств было приобретено 410 тыс. голов птицы, 36,9 тыс. голов КРС молочного направления продуктивности и 5,3 тыс. голов племенного мясного скота (рис. 3).

Проведенный анализ показал, что на приобретение одной условной головы племенного молодняка крупного рогатого скота молочного направления продуктивности было выделено 40,2 тыс. руб. бюджетных средств, мясного скота – 37,5 тыс. руб., свиней – 39,3 тыс. руб. Наименьший размер возмещения затрат государственным бюджетом был отмечен при покупке молодняка племенной сельскохозяйственной птицы и составил 0,1 тыс. руб.

Проводимая политика по оказанию государственной поддержки отечественному племенному животноводству позволила создать ряд современных сельскохозяйственных предприятий и организаций в данной сфере, специализирующихся на производстве высококачественного племенного материала, обеспечить на их основе прирост собственного производства животноводческой



Рис. 1. Структура государственной поддержки содержания племенного маточного поголовья

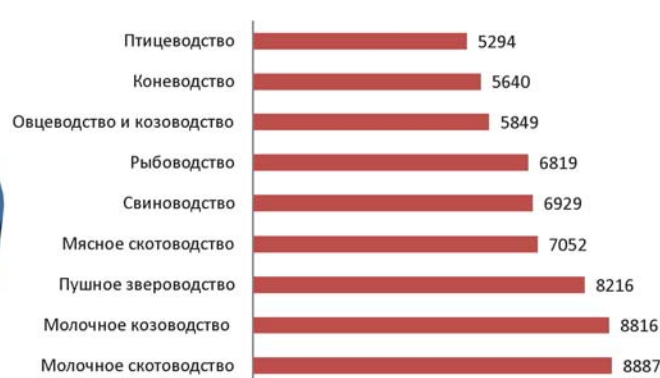


Рис. 2. Средняя ставка на одну условную голову по подотраслям, руб.

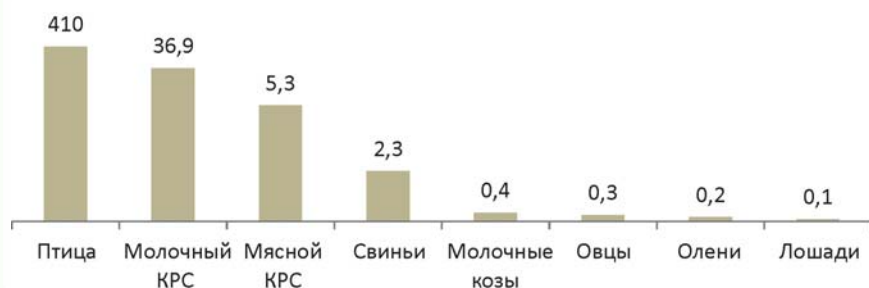


Рис. 3. Объем субсидированного приобретения племенного поголовья, тыс. голов



Рис. 4. Доля импортных племенных ресурсов на внутреннем рынке, %

продукции и сократить долю импорта генетических ресурсов на внутреннем рынке (рис. 4).

Наиболее значительное сокращение импорта произошло в мясном скотоводстве и свиноводстве, что обусловлено интенсивным развитием крупных агропромышленных формирований и созданием на их базе современных селекционных центров.

Более напряженная ситуация остается в молочном скотоводстве [7] и птицеводстве. По данным Минсельхоза России, доля импортных генетических ресурсов мясных кур (бройлеров) составляет 100%, яичных кур – 80, в индейководстве – 90% [8].

В настоящее время широкую практику получило сотрудничество отечественных племенных и товарных животноводческих и птицеводческих предприятий с ведущими мировыми селекционными корпорациями, которые поставляют на территорию нашей страны свои генетические ресурсы для последующей репродукции и комплектования товарных стад.

Вместе с тем, как правило, в нашу страну поставляются не исходные линии прародительских форм, необходимые для проведения селекционно-племенной работы в племенных хозяйствах, а поголовье животных, предназначенное для репродукции и последующего комплектования товарных ферм и предприятий.

Сложившаяся ситуация существенно ограничивает возможность проведения собственной селекционно-племенной работы и увеличивает зависимость отрасли от импортных поставок. Немаловажное значение приобретает сокращение зависимости от использования иностранного программного обеспечения селекции в животноводстве.

В этой связи создание собственной устойчивой племенной базы животноводства и высокопродуктивных генетических ресурсов, соответствующих требованиям рынка, является приоритетной задачей государственной агропродовольственной политики.

Выводы

1. В целях развития племенного животноводства и повышения его конкурентоспособности следует увеличить государственную поддержку на выполнение прикладных научных исследований и повысить уровень материально-технической базы отраслевых НИИ, специализирующихся на селекции и разведении сельскохозяйственных животных и птицы.

2. Целесообразно предоставить специальные налоговые льготы и грантовую поддержку на основе софинансирования для племенных предприятий, которые занимаются созданием новых селекционных достижений.

3. Необходимо повысить уровень информационно-консультативной службы и межхозяйственного взаимодействия племенных предприятий, отраслевых НИИ и государственных органов власти в области племенного животноводства.

4. Рекомендуется установить единые ставки субсидии на содержание племенного скота по каждому виду животных на одну условную голову в разрезе федеральных округов.

Список использованных источников

1. Тихомиров А.И. Современное состояние импортозависимости и конкурентоспособности племенного животноводства // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 8. С. 47-53.
2. Федоренко В.Ф., Мишуrow Н.П., Маринченко Т.Е., Тихомиров А.И. Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 108 с.
3. Передовые практики в отечественном племенном животноводстве / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуrow, Т.Н. Кузьмина, А.И. Тихомиров, С.В. Гуськова, И.Ю. Свиначев, В.А. Бекенев, Ю.А. Колосов, В.И. Фролова, И.В. Большакова. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 72 с.
4. Национальный доклад «О ходе реализации в 2017 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг.» [Электронный ре-

сурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/ec8/ec8f3b2c7fa3b4642f76d3fbd07804b.pdf> (дата обращения: 10.03.2019).

5. Поддержка племенного животноводства. [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/853/853202487335787aa49c419546a09a68.pdf> (дата обращения: 12.04.2019).

6. **Королькова А.П., Маринченко Т.Е., Горячева А.В.** Стимулирование и поддержка инновационных технологий в молочном скотоводстве // Сборник II национ. (всерос.) конф. Новосибирск, 2019: Теория и практика современной аграрной науки. С. 532-537.

7. **Чинаров В.И.** Формирование внутреннего рынка племенных животных в молочном скотоводстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 4. С. 8-11.

8. Государственное управление и поддержка племенного животноводства. [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/08b/08b8db9ca6be249875644c8ed5845bf9.pdf> (дата обращения: 10.01.2019).

Effectiveness of State Support for Pedigree Livestock Farming

A.I. Tikhomirov

(Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst);

T.E. Marinchenko

(Rosinformagrotekh)

Summary. The current state, organizational and economic factors of development of the pedigree base of animal husbandry are discussed. The mechanisms of providing state support for pedigree livestock farming and its influence on the formation of the domestic market of genetic resources are described. The level of dependence of the industry on the import of pedigree resources has been determined. The measures to improve the mechanisms of state support to improve the competitiveness of the breeding base of the industry are provided.

Keywords: pedigree livestock farming, state support, genetic resources, import substitution, domestic market, food safety.

Информация

AGCO-RM открывает многофункциональный логистический центр Внуково-2

AGCO-RM, один из лидеров российского рынка в области дистрибуции сельскохозяйственной техники, сообщает об открытии многофункционального центра Внуково-2 в Московской области. Он объединит в себе склад класса A+, логистический центр и инновационный тренинг-центр для дилеров.

Логистический центр Внуково-2 имеет особое значение для всей сети дистрибуции AGCO-RM, охватывающей 58 регионов страны. Он включает в себя площадку для приемки, хранения и отгрузки готовой техники и запасных частей, зону демонстрации техники и современный тренинг-центр для обучения дилеров. Здание построено по немецким технологиям и полностью соответствует стандартам складского комплекса класса A+. Общая площадь всего логистического центра составляет почти 13,5 тыс. м². Ключевыми достоинствами площадки являются близость к федеральным трассам и аэропорту Внуково. Это важное преимущество не только при отправке и получении грузов, но и для дилеров, чьи сотрудники приезжают сюда на обучение из всех регионов России.

Логистический центр размещен на крытой территории площадью более 10 тыс. м². Он вмещает в себя склад запасных частей, склад готовой техники, полноценную демонстрационную зону и площадку для проведения теоретических и практических тренингов. Для хранения прицепного оборудования задействовано еще 2 тыс. м² открытых площадей на территории складского комплекса.

Комплекс Внуково-2 способен закрыть потребность AGCO-RM в площадях для всех подразделений на ближайшие годы. Склад, который работает 365 дней в году, вмещает более 40 тыс. уникальных номенклатурных позиций, годовой объем обработки достигает 100 тыс. линий запасных частей. Запасные части оперативно поступают с центрального европейского склада корпорации AGCO во французском городе Эннери. Современное техническое оснащение здания позволяет эффективно работать с несколькими логистическими потоками одновременно.

Модернизированный тренинг-центр для дилеров занимает четвертую часть комплекса. Открытие новой площадки позволило расширить площади для обучения более чем в 2 раза и увеличить количество тренингов. Классическая программа обучения разделяется на два направления: для технических специалистов и для специалистов отделов продаж. В 2019 г. будет добавлена программа обучения для управленческого звена дилеров. Они будут посвящены построению эффективной системы работы с конечным потребителем и повышению качества обслуживания. Новые тренинги будут основаны на программах глобальной академии AGCO, дополненных и адаптированных для российского рынка. Увеличение поддержки и повышение профессионализма дилерской сети – основные направления деятельности AGCO-RM в 2019 и последующих годах.

Татьяна ФАДЕЕВА,

генеральный директор AGCO-RM:

– Мы существенно расширили дилерскую сеть, выросли в объемах, и, чтобы поддерживать и улучшать стандарты качества и обслуживания, нам потребовалось больше мощностей для всех функций: логистика запасных частей, логистика техники и тренинг-центр. В рамках проекта «Внуково-2» мы внедряем в России глобальные стандарты корпорации AGCO, соблюдение которых обеспечивает эффективность и качество поддержки наших конечных клиентов и отрасли в целом.

■Об AGCO-RM

AGCO-RM (юридическое наименование – ООО «АГКО МАШИНЕРИ»), (www.agco-rm.ru) – предприятие, предлагающее полный спектр техники для сельскохозяйственных работ и специального сегмента и осуществляющее дистрибуцию продукции следующих известных брендов: Fendt®, GSI®, Massey Ferguson® и Valtra®.

■О корпорации AGCO

AGCO (NYSE:AGCO) – мировой лидер в области разработки, производства и дистрибуции сельскохозяйственного оборудования. Корпорация предлагает современные технические решения и полноценную линейку оборудования и услуг сельхозтоваропроизводителям по всему миру. Техника AGCO продается под пятью основными брендами: Challenger®, Fendt®, GSI®, Massey Ferguson® и Valtra®. Она оборудована технологиями точного земледелия Fuse®, направленными на оптимизацию сельскохозяйственных работ. Штаб-квартира корпорации AGCO, основанной в 1990 году, находится в Дулуте (штат Джорджия, США). В 2018 году чистый объем продаж AGCO составил \$9,4 млрд. Дополнительная информация доступна на сайте <http://www.AGCOCorp.com>, а также на официальной странице @AGCOCorp в Twitter. Финансовые новости корпорации публикуются в Twitter с хештегом #AGCOIR.

■Об AGCO Parts

AGCO Parts – бренд, принадлежащий корпорации AGCO, под которым корпорация поставляет оригинальные запасные части, смазочные материалы и аксессуары для всей линейки техники под товарными знаками Challenger®, Fendt®, GSI®, Massey Ferguson® и Valtra®. Производятся с использованием передовых технологий, сертифицированы и соответствуют самым высоким стандартам качества. Вся продукция AGCO Parts разрабатывается с учетом специфики эксплуатации техники и оборудования и доступна в официальных дилерских центрах AGCO-RM. Подробнее об AGCO Parts можно узнать на сайте www.agcoparts.com

УДК 631.354.23

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-7-43-48

Исследование потребительских свойств зерноуборочных комбайнов с различными типами молотильно-сепарирующих устройств

Д.А. Петухов,

канд. техн. наук, зав. отделом,
dmitripet@mail.ru

С.А. Свиридова,

зав. лабораторией,
S1161803@yandex.ru

И.А. Кравцова,

зав. отделом,
director@kubniitim.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТИМ))

Аннотация. Приведены результаты анализа эффективности работы новых моделей зерноуборочных комбайнов отечественного производства с различными типами молотильно-сепарирующих устройств. Представлены результаты эксплуатационно-технологической и экономической оценок зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, молотильно-сепарирующее устройство, потребительские свойства, эксплуатационно-технологические показатели, экономическая оценка.

Постановка проблемы

Создание и внедрение современных технологий производства сельскохозяйственной продукции, предусмотренные Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [1], невозможно без их обеспечения инновационной сельскохозяйственной техникой нового поколения отечественного производства.

Последние десятилетия в России сохраняется неуклонная тенденция сокращения парка сельскохозяйственной техники, в том числе зерноуборочных комбайнов [2]. В комбайновом парке хозяйств значительную долю составляют снятые с производства комбайны типа «Дон-1500», которые несут на себе основную нагрузку по уборке зерновых и играют заметную роль в процессе производства зерна в нашей стране [3].

В 1980-х годах отечественная промышленность выпускала несколько моделей зерноуборочных комбайнов, отличительной особенностью которых по сравнению с зарубежными была универсальность молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) для работы во всех

почвенно-климатических зонах страны (типа СК-5 «Нива», Дон-1500 и др.). Наряду с комбайнами, имеющими «классическую» схему МСУ, конструкторами были разработаны и выпускались в небольших количествах роторные зерноуборочные комбайны (типа «Дон-2600ВД»), предназначенные для уборки зерновых, кукурузы на зерно и риса в южных районах.

На сегодняшний день предложений по оснащению сельхозпредприятий АПК зерноуборочными комбайнами от компаний, специализирующихся на изготовлении техники, достаточно много. Так, компания ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» выпускает на рынок новые модели комбайнов, сохранившие свою универсальность, с различными схемами МСУ (однобарабанная, двухбарабанная, аксиально-роторная), которые по своему техническому уровню не уступают лучшим зарубежным аналогам. Наряду с отечественной техникой на рынок поступают комбайны зарубежного производства разных моделей и модификаций, в том числе с вторичного рынка техники. Комбайновый парк Кубани и страны в целом – это несколько десятков моделей различных производителей, отличающихся между собой как конструктивно, так и технологически в широких диапазонах: по габаритам, массе, мощности двигателя и производительности.

В связи с интенсивным развитием конструкций комбайнов, высоким уровнем конкуренции производителей, а также участием государства в роли регулятора рынка сельскохозяйственной техники одним из главных является вопрос определения эффективности новых моделей комбайнов. Тем более, что перед сельхозтоваропроизводителями также возникает актуальный вопрос о приобретении наиболее эффективных зерноуборочных комбайнов с учетом различной организационной структуры хозяйствующих субъектов.

Цель исследований – оценка потребительских свойств новых моделей зерноуборочных комбайнов отечественного производства с различными типами молотильно-сепарирующих устройств.

Материалы и методы исследования

В качестве исходной информационной базы были приняты результаты полевых исследований новых моделей зерноуборочных комбайнов на прямом комбайнировании озимой пшеницы в условиях валида-



ционного полигона Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ), хозяйств Краснодарского края и данные испытаний Кубанской МИС [4].

Исследования выполнялись с использованием стандартизированных методов испытаний зерноуборочных комбайнов: ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний [5]; ГОСТ 20915-2011. Методы определения условий испытаний [6]; ГОСТ 24055-2016. Методы эксплуатационно-технологической оценки [7]. На основе показателей эксплуатационно-технологической оценки проведены расчеты по определению показателей экономической оценки в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 53056-2008 [8] по единой методологии, на основе единых нормативных данных с использованием программного обеспечения «Технолог».

В качестве объектов исследований послужили следующие модели зерноуборочных комбайнов: Acros-550 с однобарабанной схемой (рис. 1, табл. 1); RSM-161 с двухбарабанной схемой (рис. 2, табл. 1); Torum-750 с аксиально-роторной схемой МСУ (рис. 3, табл. 1), предназначенные для прямого комбайнирования и раздельной уборки зерновых колосовых и других культур на равнинных полях с уклоном не более 8° в основных зерносеющих зонах страны.

Условия проведения исследований и характеристика убираемой культуры при оценке комбайнов в основном были типичными для зоны Краснодарского края. Твердость почвы в слое 0–10 см находилась в пределах 1,8–3,1 МПа, ее влажность – 13,2–18,4%. Спелость озимой пшеницы на всех полях была полной. Отношение массы зерна к массе соломы на полях – 1:1,2; 1:1,1 и 1:1,0. Масса 1000 зёрен – 40,4–46,6 г.



Рис. 1. Комбайн Acros-550 в агрегате с жаткой Power Stream 700



Рис. 2. Комбайн RSM-161 в агрегате с жаткой Float Stream 700



Рис. 3. Комбайн Torum-750 в агрегате с жаткой Power Stream 900

Таблица 1. Техническая характеристика зерноуборочных комбайнов ООО «КЗ «Ростсельмаш»

Показатели	Acros-550	RSM-161	Torum-750
Ширина:			
захвата жатки, м	7	7	9
молотилки, мм	1500	1650	1500
Диаметр молотильного барабана/сепаратора, мм	800	800/750	-
Длина/диаметр ротора, мм	-	-	3200/762
Площадь подбарабана, м ²	1,38	1,45	5,40
Число клавиш соломотряса, шт.	5	6	-
Площадь сепарации, м ²	6,15	6,1	-
Общая площадь очистки, м ²	4,95	7,1	5,2
Скорость выгрузки бункера, л/с	90	115	105
Вместимость бункера, л	9000	10500	10500
Вместимость топливного бака, л	540	1050	850
Марка двигателя	ЯМЗ-236БЕ2-36	Cummins QSL 8.9	MTU/OM460LA
Мощность двигателя, кВт/л.с.	206/280	264/360	313/425
Рабочий объем двигателя, л	11	8,9	12,82
Масса комбайна (без жатки), кг	13400	16800	16350

Засорённость участков была незначительной и находилась на уровне 0-0,9%. Средняя высота растений составляла 72,6-77 см, потери от самоосыпания не превышали 0,02 г. Хлебостой – прямостоячий, полеглость не превышала 6,6 %. В целом условия проведения исследований и характеристика культуры были типичными для данной почвенно-климатической зоны и соответствовали агротехническим требованиям.

Результаты исследований и обсуждение

Эффективность зерноуборочных комбайнов оценивали через определение функциональных характеристик (потребительских свойств) согласно перечню критериев, утвержденных в постановлении Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 [9], и межгосударственному стандарту ГОСТ 28301-2015 [5].

Анализ полученных данных показал, что по производительности обмолота зерна за 1 ч основного времени на первом месте оказался комбайн Torum-750 (24,41 т/ч), на втором – RSM-161 (21,84 т/ч). Производительность комбайна Acros-550 находилась на уровне 18,31 т/ч (табл. 2). Более высокая производительность комбайна Torum-750 обусловлена аксиально-роторной схемой МСУ комбайна, высоким уровнем мощности двигателя (425 л.с.) и использованием на уборке жатки шириной захвата 9 м.

Более высокий уровень производительности комбайна RSM-161 с двухбарабанной схемой МСУ по сравнению с комбайном Acros-550 с однобарабанной схемой получен благодаря большей мощности двигателя – 360 л.с. и работе комбайна на повышенной рабочей скорости движения – 6,7 км/ч.

По производительности за 1 ч сменного времени по убранной площади на первом месте оказался комбайн RSM-161 (3,59 га/ч) при удельном расходе топлива 13,2 кг/га; на втором – Torum-750 (2,67 га/ч) с расходом топлива 20 кг/га. Низкий удельный расход топлива отмечен у комбайна Acros-550 – 1,81 кг/т против 2,75 и 3,19 кг/т – у более мощных комбайнов RSM-161 и Torum-750 соответственно.

Следует отметить, что состояние хлебостоя по засоренности, полеглости и пониклости колосьев не затруднило работу жаток, потери зерна за жаткой у всех комбайнов не превышали 0,32 %. Лучшие результаты по суммарным потерям получены при уборке хлебной массы комбайном RSM-161 (1%), более высокие – у комбайнов Torum-750 (1,64%) и Acros-550 (1,7%). Суммарные потери зерна по всем комбайнам не превысили допустимые по требованиям 2%.

Лучшие показатели по уровню дробления зерна (0,1% и 1,1 %) получены при работе комбайнов Torum-750 и RSM-161 соответственно. Бункерный ворох у всех исследуемых комбайнов был чистым – содержание сорной примеси находилось на уровне 0,2 %, что также удовлетворяет требованиям (не более 2 %). При этом у RSM-161 засорённость немного увеличилась – до 0,8 %.

Таблица 2. Эксплуатационно-технологические показатели

Показатели	Acros-550	RSM-161	Torum-750
Марка жатки	Power Stream 700	Float Stream 700	Power Stream 900
Режим работы:			
скорость движе- ния, км/ч	3,8	6,7	4,4
рабочая ширина захвата, м	6,8	6,8	8,8
высота среза, см	12,6	13,4	12
Производитель- ность за 1 ч, га/т:			
основного вре- мени	2,58/18,6	4,55/21,8	3,90/24,4
сменного вре- мени	1,80/13	3,59/17,2	2,67/16,7
Удельный расход топлива, кг:			
на 1 га	13,1	13,2	20
на 1 т	1,81	2,75	3,19
Обслуживающий персонал	Один человек		
Показатели качества выполнения технологического процесса			
Урожайность зерна, т/га	7,23	4,80	7,16
Суммарные потери зерна за комбай- ном, %, в том числе:			
за молотилкой	1,70	1	1,64
за жаткой	1,38	0,70	1,50
за жаткой	0,32	0,30	0,14
Дробление зерна, %	1,6	1,1	0,1
Содержание сорной примеси, %	0,2	0,8	0,2

Полученные показатели эксплуатационно-технологической оценки исследуемых комбайнов с различными схемами МСУ в целом свидетельствуют о достаточно высоком и сопоставимом уровне производительности, приемлемом расходе топлива и удовлетворительных показателях качества выполнения технологического процесса.

Расчеты по определению показателей экономической оценки проведены для агропромышленных формирований различных форм собственности на следующие объемы работ:

- крестьянские (фермерские) хозяйства – убираемая площадь зерновых культур 1000 га;
- крупные сельскохозяйственные предприятия – убираемая площадь зерновых культур 5000 га;
- агрофирмы, агрохолдинги – убираемая площадь зерновых культур 10000 га.

Агротехнический срок уборки – 14 дней, продолжительность работы в смену – 14 ч. Для расчетов цена по субсидируемым в 2018 г. зерноуборочным комбайнам Acros-550, RSM-161, Torum-750 и жаткам к ним (согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 27.12.12 № 1432) взята с учетом скидки 15 % и без НДС.

Показатели экономической оценки зерноуборочных комбайнов, определенные на площадь для крестьянских (фермерских) хозяйств (1000 га), представлены на рис. 4.

Распределение по потребности в технике и механизаторах на объем работ в 1000 га выглядит следующим образом: наименьшая потребность – два комбайна и два механизатора наблюдается при использовании комбайнов RSM-161 и Torum-750, наибольшая потребность – три комбайна и три механизатора – при применении комбайна Acros-550.

Наименьшая потребность в капиталовложениях в необходимое количество уборочной техники на

уборочную площадь в 1000 га наблюдается при применении комбайна Acros-550 (19,1 млн руб.), затем Torum-750 (21,2 млн руб.), наибольшая – при применении RSM-161 (26,6 млн руб.).

Наименьшая потребность в топливе на объем работ 1000 га отмечена при применении комбайнов Acros-550 (13,1 т) и RSM-161 (13,2 т), наибольшая – при применении Torum-750 (20 т).

Показатели экономической оценки зерноуборочных комбайнов, определенные на площадь крупных сельхозпредприятий (5000 га), представлены на рис. 5.

Наименьшая потребность в технике и механизаторах в расчете на 5000 га наблюдается при использовании комбайнов RSM-161 (8 МТА и 8 механизаторов), затем Torum-750 (10 МТА и 10 механизаторов), наибольшая – при работе комбайна Acros-550 (15 МТА и 15 механизаторов).

Наименьшая потребность в капиталовложениях в необходимое количество уборочной техники на площадь

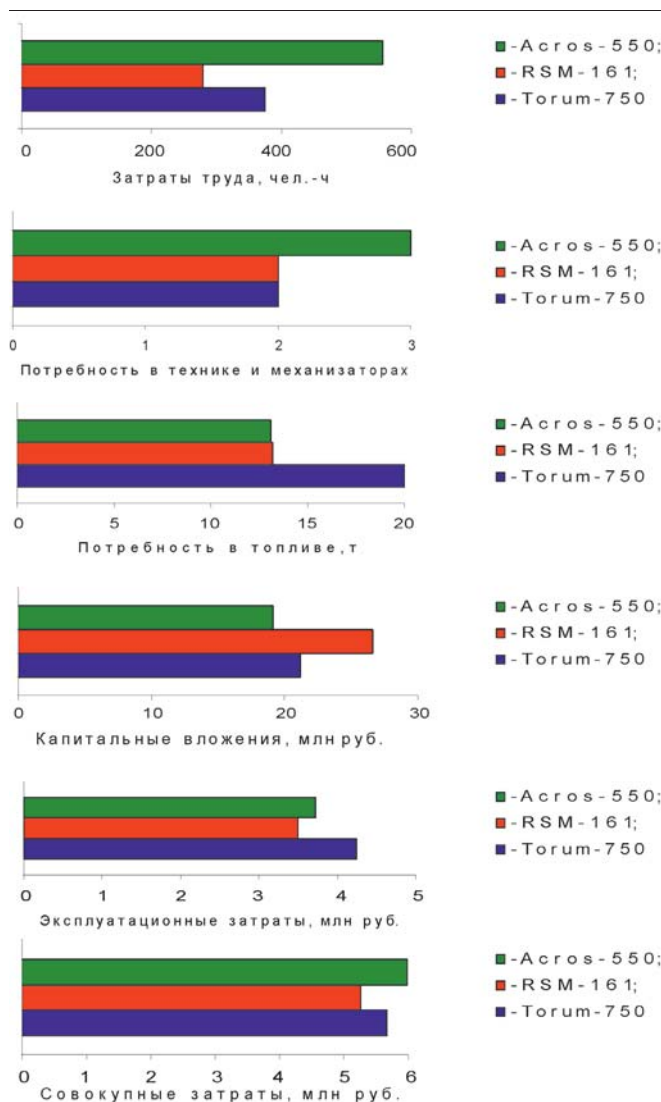


Рис. 4. Показатели экономической оценки работы зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых культур с площади в 1000 га

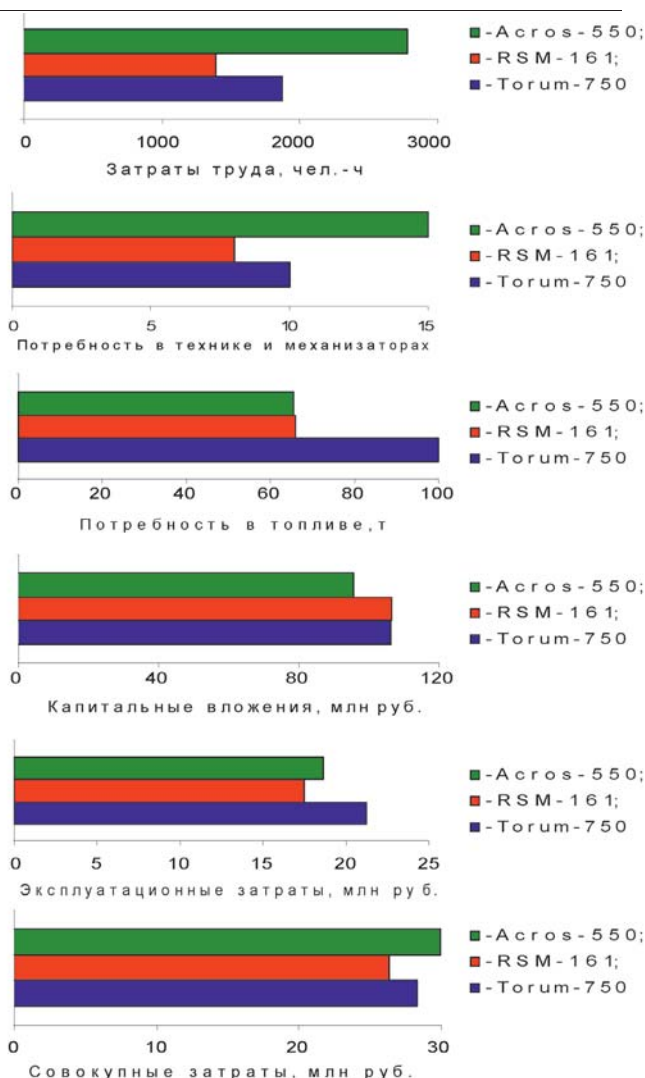


Рис. 5. Показатели экономической оценки работы зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых культур с площади в 5000 га

5000 га наблюдается при применении комбайна Acros-550 (95,4 млн руб.), затем Torum-750 (106,1 млн руб.), наибольшая – при применении RSM-161 (106,4 млн руб.).

Показатели экономической оценки зерноуборочных комбайнов, определенные на площадь агрофирм, агрохолдингов (10000 га), представлены на рис. 6. Наименьшая потребность в технике и механизаторах в расчете на 10000 га наблюдается при использовании комбайнов RSM-161 (15 МТА и 15 механизаторов), затем Torum-750 (20 МТА и 20 механизаторов), наибольшая потребность отмечена при работе комбайна Acros-550 (29 МТА и 29 механизаторов).

Наименьшая потребность в капиталовложениях в необходимое количество уборочной техники на площадь 10000 га наблюдается при применении комбайна Acros-550 (184,5 млн руб.), затем Torum-750 (199,5 млн руб.), наибольшая потребность – при применении зерноуборочного комбайна RSM-161 (212,3 млн руб.).

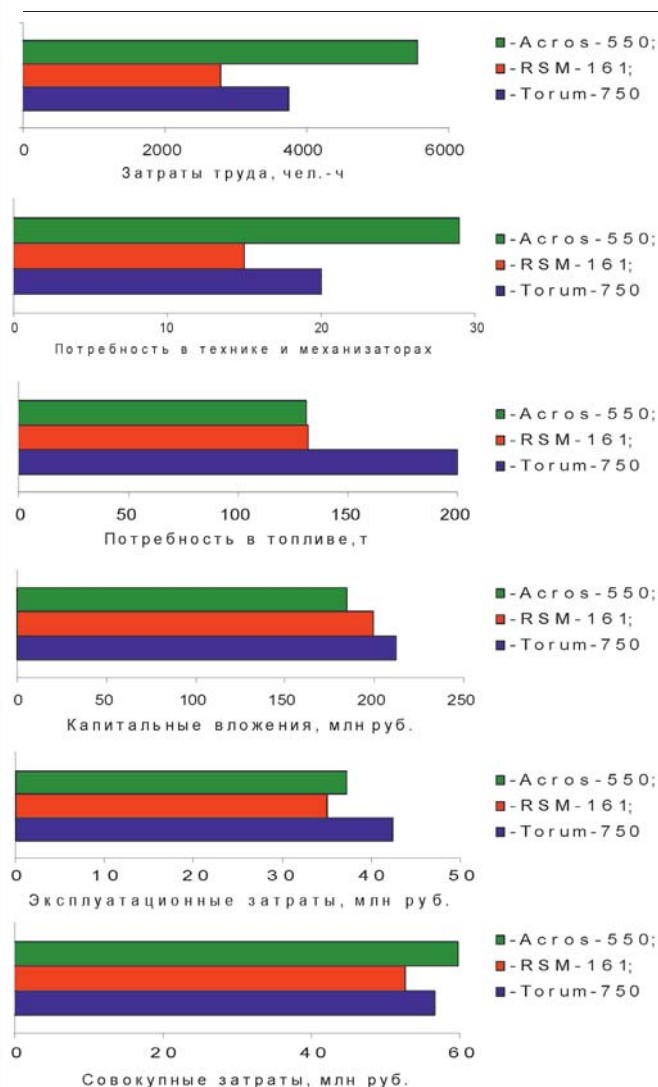


Рис. 6. Показатели экономической оценки работы зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых культур с площади в 10000 га

Во всех вариантах расчетов (на 1000, 5000 и 10000 га) наименьшая трудоемкость механизированных работ наблюдается при использовании комбайна RSM-161 (0,28 чел.-ч/га). Затем идет комбайн Torum-750 (0,38 чел.-ч/га). Наибольшая трудоемкость механизированных работ отмечена при работе Acros-550 (0,56 чел.-ч/га).

По критерию эксплуатационных затрат наиболее эффективен комбайн RSM-161, применение которого дает минимальную величину удельных эксплуатационных затрат (3500 руб/га), затем Acros-550 (3726 руб/га). Значительно выше величина эксплуатационных затрат при применении комбайна Torum-750 (4245 руб/га).

В состав совокупных затрат денежных средств помимо эксплуатационных входят издержки от негативного воздействия на окружающую среду (экологический платеж за вредные выбросы в атмосферный воздух при сжигании топлива двигателями энергосредств) и издержки от снижения качества продукции, учитывающие потери за комбайном, дробление и засоренность продукции. По критерию совокупных затрат наиболее эффективным является комбайн RSM-161, применение которого дает минимальную величину удельных совокупных затрат (5267 руб/га), затем Torum-750 (5665 руб/га). Наибольшая величина совокупных затрат наблюдается при применении Acros-550 (5980 руб/га).

Выводы

1. Проведенная оценка потребительских свойств новых моделей зерноуборочных комбайнов типа Acros 550, RSM-161 и Torum-750 показала: несмотря на различие в типах МСУ, все модели комбайнов обладают современным техническим уровнем и вписываемостью в современные технологии производства сельскохозяйственных культур.

2. Результаты экономической оценки позволяют дать следующие рекомендации для агропромышленных формирований различных форм собственности Краснодарского края:

- для крестьянских (фермерских) хозяйств, имеющих площадь до 1000 га и ограниченные денежные средства, рекомендуется приобретать зерноуборочные комбайны типа Acros-550 с однобарабанной схемой МСУ, позволяющие снизить потребность в капитальных вложениях на 9,9-28,2 % по сравнению с более дорогостоящими комбайнами типа RSM-161 и Torum-750;

- для крупных сельхозпредприятий (до 5000 га), агрофирм и агрохолдингов (до 10000 га), не ограниченных в денежных средствах, рекомендуется сделать выбор в пользу высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов типа RSM-161 с двухбарабанной схемой МСУ и Torum-750 с аксиально-роторной схемой МСУ, позволяющих снизить потребность в комбайнах на 7-14 и 5-9 ед. соответственно и затраты труда на 25,6-49,9 % по сравнению с зерноуборочным комбайном типа Acros-550.

Список использованных источников

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2017. № 36. Ст. 5421.
2. Повышение эффективности использования машинно-тракторного парка в современных условиях: науч. издание / В.Ф. Федоренко, А.А. Ежевский, С.А. Соловьев, В.И. Черноиванов. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 336 с.
3. Ломакин С.Г. Зерноуборочный комбайн для вашего поля // Аграрный эксперт. 2007. № 2. С. 18-24.
4. Протокол Кубанской государственной зональной машиноиспытательной станции испытаний комбайна зерноуборочного РСМ-181 «TORUM-750» (№ 07-36-2016) [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols/2017/ku3617.pdf> (дата обращения: 03.09.2018).
5. ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2016. IV, 39 с.
6. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. III, 24 с.
7. ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. М.: Стандартинформ, 2017. III, 23 с.

8. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2009. III, 20 с.

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 № 740. Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования: офиц. текст. М., 2016. 35 с.

Study of Consumer Properties of Combine Harvesters Equipped with Various Types of Threshing and Separating Devices

D.A. Petukhov, S.A. Sviridova,
I.A. Kravtsova

(Novokubansk Affiliate of Russian Research Institute of Information and Feasibility Study on Engineering Support of Agribusiness, the Federal State Budgetary Scientific Institution [KubNIITiM])

Summary. The results of the analysis of the performance of new models of combine harvesters of domestic production with various types of threshing and separating devices are given. The results of the operational and technological, as well as economic assessments of combine harvesters are presented.

Keywords. combine harvester, threshing and separating device, consumer properties, operational and technological assessment, economic evaluation.

Реферат

Цель исследований – оценка потребительских свойств новых моделей зерноуборочных комбайнов отечественного производства с различными типами молотильно-сепарирующих устройств. Исследования выполнялись с использованием стандартизированных методов испытаний зерноуборочных комбайнов: ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний; ГОСТ 20915-2011. Методы определения условий испытаний; ГОСТ 24055-2016. Методы эксплуатационно-технологической оценки. На основе показателей эксплуатационно-технологической оценки проведены расчеты по определению показателей экономической оценки в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 53056-2008 на основе единых нормативных данных с использованием программного обеспечения «Технолог». Эффективность зерноуборочных комбайнов оценивали через определение функциональных характеристик (потребительских свойств) согласно перечню критериев, утвержденных в постановлении Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740, и межгосударственному стандарту ГОСТ 28301-2015. В качестве объектов исследований послужили следующие модели зерноуборочных комбайнов: Acros-550 с однобарабанной схемой; RSM-161 с двухбарабанной схемой; Torum-750 с аксиально-ротаторной схемой МСУ, предназначенные для прямого комбайнирования и раздельной уборки зерновых колосовых и других культур. Результаты экономической оценки позволяют дать следующие рекомендации для агропромышленных формирований различных форм собственности: для крестьянских (фермерских) хозяйств, имеющих площадь до 1000 га и ограниченные денежные средства, рекомендуется приобретать зерноуборочные комбайны типа Acros-550 с однобарабанной схемой МСУ, позволяющие снизить потребность в капитальных вложениях на 9,9-28,2 % по сравнению с более дорогостоящими комбайнами типа RSM-161 и Torum-750; для крупных сельхозпредприятий (до 5000 га), агрофирм и агрохолдингов (до 10000 га), не ограниченных в денежных средствах, рекомендуется сделать выбор в пользу высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов типа RSM-161 с двухбарабанной схемой МСУ и Torum-750 с аксиально-ротаторной схемой МСУ, позволяющих снизить потребность в комбайнах на 7-14 и на 5-9 ед. соответственно и затраты труда на 25,6-49,9 % по сравнению с зерноуборочным комбайном типа Acros-550.

Abstract

The purpose of the research is to assess the consumer properties of new models of combine harvesters of domestic production with various types of threshing and separating devices. Studies were performed using standardized test methods for combine harvesters: GOST 28301-2015 "Grain harvesters. Test methods"; GOST 20915-2011 "Testing of agricultural tractors and machines. Procedure for determination of test conditions"; and GOST 24055-2016 "Agricultural machinery. Methods of operational-technological evaluation". Based on the operational and technological assessment indicators, calculations were carried out to determine the economic assessment indicators in accordance with the current GOST 53056-2008 standard based on uniform regulatory data using the "Technologist" software. The effectiveness of combine harvesters was assessed through the definition of functional characteristics (consumer properties) according to the list of criteria approved by the Decree No. 740 of the Government of the Russian Federation dated August 1st, 2016 and to the GOST 28301-2015 interstate standard. The following models of combine harvesters served as items of research: Acros-550 single-drum harvester; RSM-161 twin-drum harvester; Torum-750 axial-flow harvester designed for direct combining and separate harvesting of cereals and other crops. The results of the economic evaluation make it possible to make the following recommendations for agro-industrial formations of various forms of ownership: peasant farms having an area of up to 1,000 hectares and limited funds are recommended to purchase Acros-550 single-drum combine harvesters that reduce the need for capital investments by 9.9-28.2 % compared with more expensive combines such as RSM-161 and Torum-750; large agricultural enterprises (up to 5,000 hectares), agricultural companies and agricultural holdings (up to 10,000 hectares) that are not limited in funding are recommended to make a choice in favor of high-performance RSM-161 twin-drum combine harvesters and Torum-750 axial-flow combine harvesters, which reduces the need for combines by 7-14 and 5-9 units accordingly and labor costs by 25.6-49.9 % as compared with the Acros-550 grain harvester.

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2020



28 - 30 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



EUROPEAN FEED
MANUFACTURERS' FEDERATION
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



РОССИЙСКАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



СОЮЗРОССАХАР



ГКО «РОСРЫБХОЗ»

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР: МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"



(495) 755-50-35, 755-50-38
info@expokhleby.com
WWW.MVC-EXPOHLEBY.RU

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



19-22
НОЯБРЯ 2019

Краснодар
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»

26-я Международная ВЫСТАВКА

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



ЮГАГРО

Бесплатный билет
на yugagro.org



12+

Организатор



Генеральный
партнер



Стратегический
спонсор



Генеральный
спонсор



Официальный
партнер



Спонсор
деловой программы



Официальный
спонсор



Спонсор
информационных стоек



Спонсоры выставки

