

1954



ISSN 2078-7138

2014

Агропанорама

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 5
октябрь
2014

*Поздравляем
коллектив
Белорусского
государственного
аграрного
технического
университета
с 60-летним юбилеем!*



Уважаемые сотрудники, коллеги, друзья!



Исполняется 60 лет со дня основания Белорусского государственного аграрного технического университета.

На протяжении всей своей истории университет достойно оправдывает имидж ведущего вуза по подготовке высококвалифицированных инженерно-технических специалистов для агропромышленного комплекса страны. БГАТУ динамично развивается, шагая в ногу со временем. Открываются новые специальности, в образовательный процесс внедряются инновационные технологии обучения, укрепляется материально-техническая база университета, осуществляется интеграция образования, науки и производства.

Главный результат 60-летней деятельности университета – это более 46 тысяч инженерно-технических кадров, которые вышли из стен вуза и успешно трудятся в различных отраслях сельского хозяйства, промышленности, науки и образования, а многие занимают высокие посты в органах государственного управления не только нашей республики, но и других стран ближнего и дальнего зарубежья.

Мы по праву можем гордиться биографией университета, именами известнейших наших выпускников и тех, кто стоял у истоков его создания, кто обеспечивает высокий авторитет вуза сегодня.

Убежден, что сложившиеся традиции, огромный творческий потенциал профессорско-преподавательского состава вуза, позволят университету и в дальнейшем добиваться больших успехов в образовательной и научной деятельности.

Сердечно поздравляю преподавателей, ученых, студентов, аспирантов и всех работников с 60-летним юбилеем Белорусского государственного аграрного технического университета!

Желаю всем крепкого здоровья, счастья, новых творческих успехов, достижений и открытий на благо университета и родной Беларуси!

*Ректор БГАТУ,
доктор технических наук,
профессор
И.Н. Шило*

АГРОПАНОРАМА 5 (105) октябрь 2014

Издается с апреля 1997 г.

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

Учредитель
*Белорусский государственный
аграрный технический университет*

Главный редактор
Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

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

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

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

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

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, д.99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14

Факс (017) 267-25-71

E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2014.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 17.10.2014 г. Зак. № 798 от 15.10.2014 г.

Дата выхода в свет 23.10.2014 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т Независимости, 99, к.2

ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Цена журнала на 2-ое полугодие 2014 года:
для индивидуальных подписчиков - 106650 руб.;

ведомственная - 148818 руб.;

Цена журнала - 31000 руб.

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

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

БГАТУ – ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО, ПЕРСПЕКТИВА.....2

Н.С. Яковчик

Слово об учителе.....6

Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка

И.А. Колтович

Исследование процесса буксования колесных тракторов.....8

Г.Я. Беляев, С.Ю. Котов

Триботехнические характеристики многоэлементных,
многокомпонентных PVD и металлосодержащих DLC покрытий...13

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

И.И. Гируцкий, А.А. Жур, Н.М. Матвейчук

Энергосберегающий потенциал интеллектуального управления
раздачей жидких кормов на свиноводческих комплексах.....18

В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай

Эффективность использования органического микроэлементного
комплекса в составе комбикорма КР-3 в III периоде выращивания
молодняка крупного рогатого скота на мясо.....21

**О.В. Гордеенко, И.С. Крук, Т.П. Кот, Д.Р. Мальцев,
Э. Каминский, В. Романюк**

Методика инженерного расчета кинематических параметров
движения капель рабочего раствора пестицидов в подвижной
воздушной среде.....24

Ю.В. Чигарев, И.С. Крук, Ф.И. Назаров

Некоторые подходы в моделировании эффективности
технологических операций и технологий в растениеводстве.....29

Энергетика. Транспорт

Л.С. Герасимович, И.А. Цубанов

К расчету коэффициента теплопередачи кожухотрубчатых
теплоутилизаторов в отопительно-вентиляционных системах
сельскохозяйственных производственных помещений.....32

Технический сервис в АПК. Экономика

Л.А. Казакевич, Л.В. Сафроненко

Новый продукт как фактор конкурентоспособности
предприятия.....36

**И.Г. Шашкова, Н.И. Денисова, С.И. Шашкова,
И.Н. Гордеев**

Анализ инвестиционной привлекательности Рязанской
области.....40

О.Ю. Шанько

Сравнительная эффективность каналов сбыта плодоовощной
продукции.....45



БГАТУ – ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО, ПЕРСПЕКТИВА

В октябре Белорусский государственный аграрный технический университет отмечает 60-летний юбилей.

Накануне этого знаменательного события хочется вспомнить историю нашего университета, отдать дань уважения тем, кто стоял у истоков его создания, и рассказать, как живет и развивается БГАТУ сегодня.

Биография вуза началась в 1954 году, когда в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР и приказом Министра высшего образования СССР от 16.08.1954 г. № 882, в Минске был открыт Белорусский институт механизации сельского хозяйства (БИМСХ), который начал готовить кадры по специальностям «Механизация сельского хозяйства» и «Электрификация сельского хозяйства».

Первым ректором университета был доктор технических наук, профессор Виктор Павлович Суслов. Заложенные еще тогда основы организации подготовки кадров высшей квалификации для сельскохозяйственной отрасли страны, укрепления и совершенствования материально-технической базы целенаправленно продолжают и успешно реализуются в университете и в настоящее время.

В стенах вуза трудились многие известные ученые, которые внесли значительный вклад в его развитие. Это доктор технических наук, профессор, академик АН БССР М.Е. Мацепуро, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР В.А. Скотников, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР Д.А. Чудаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор И.И. Гарус, доктор экономических наук, профессор М.Ф. Габышев, лауреат Государственной премии СССР, кандидат технических наук, профессор И.Р. Размыслович, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Республики Беларусь И.Ф. Кудрявцев и многие другие. Под их руководством создавались и развивались научные школы и направления, получившие признание не только в нашей стране, но и за ее пределами.

С 1954 года в университете подготовлено более 46 тысяч высококвалифицированных специалистов, которые трудятся не только в Республике Беларусь, но и других странах ближнего и дальнего зарубежья. Многие выпускники вуза занимают высокие посты в органах государственного управления, системе Минсельхозпрода, организациях агропромышленного комплекса, науки, культуры, отечественных и зарубежных компаниях. Ряд выпускников стали известными учеными, трудятся на преподавательской работе в вузах. Среди бывших выпускников БГАТУ – заместитель Государственного секретаря – член Постоянного Комитета Союзного государства И.М. Бамбиза, член Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь, председатель Постоянной комиссии по экономике, бюджету и финансам В.А. Попов, Первый заместитель министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Л.А. Маринич, Герой Беларуси М.А. Карчмит, доктор технических наук, профессор, академик РАСХН И.П. Ксеневич, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси Л.С. Герасимович, бывший Первый секретарь ЦК КПБ Н.Н. Слюньков, олимпийский чемпион Л.А. Тараненко, бывший министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Л.И. Хоружик, бывший министр сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а ныне председатель правления

СПК «Беловежский» Ю.Д. Мороз, председатель правления СПК «Снов» В.Н. Радоман и многие-многие другие руководители, ученые и специалисты.

Структура университета включает в себя ректорат, 8 факультетов, филиал в Буда-Кошелеве, 42 кафедры и их филиалы, созданные на предприятиях и в НИИ, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Республиканский учебно-производственный центр практического обучения новым технологиям и освоения комплекса машин в п. Боровляны. С 2005 года на базе БГАТУ функционирует Республиканская учебно-научно-производственная ассоциация «Агроинженер», объединяющая 14 аграрных колледжей и сельскохозяйственных лицей.

В настоящее время в БГАТУ обучается более 9 тысяч студентов по 12 специальностям на первой ступени высшего образования и по 6 на второй ступени высшего образования в магистратуре. Подготовка научных работников высшей квалификации в аспирантуре ведется по 14 специальностям, в докторантуре – по 6 специальностям. Расширяется контингент обучающихся иностранных граждан. Среди них граждане Китая, Ирана, Нигерии, Ливана, России, Латвии, Украины, Казахстана, Туркмении, Грузии, Азербайджана, Таджикистана Молдовы и других государств. Подготовка специалистов ведется по дневной и заочной формам обучения, а также по непрерывной интегрированной системе профессионального образования (НИСПО).

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана и реализуется программа развития инновационного образования на 2010-2014 годы. Программа базируется на концепциях и программах государственного уровня, стратегии развития вуза на 2011-2015 гг., локальных программах и планах развития соответствующих направлений деятельности университета, учитывает сформированные традиции и накопленный в предшествующие годы опыт. Университет осуществляет практико-ориентированную подготовку специалистов, основа которой заложена в новых образовательных стандартах. Образовательный процесс на факультетах БГАТУ интегрирован с производством, со специализированными предприятиями и хозяйствами, где студенты проходят производственную практику. Студентам университета предоставляется возможность бывать и учиться в передовых хозяйствах республики. Лучшие студенты проходят стажировку за рубежом: в Германии, Нидерландах, Великобритании, Норвегии.

Профессорско-преподавательский состав университета всегда отличали высокий профессионализм и творческий подход к педагогической и научной деятельности. В настоящее время научную и учебно-методическую работу БГАТУ обеспечивают 556 преподавателей, в том числе 49 докторов наук, профессоров, 234 кандидата наук, доцента, 5 академиков и членов-корреспондентов НАН Беларуси.

В институте повышения квалификации и переподготовки кадров БГАТУ ежегодно повышают квалификацию и проходят переподготовку более 4 тысяч руководящих работников и специалистов отраслей АПК. Здесь же организована подготовка перспективного резерва кадров руководителей сельскохозяйственных предприятий из числа студентов старших курсов. Деятельность института направлена на формирование у специалистов высокого профессионализма, современного экономического мышления, умения работать в условиях рыночных отношений.

Белорусский государственный аграрный технический университет не только учреждение образования – это еще и современный научный центр страны, обладающий высоким научно-техническим потенциалом, имеющий современную научно-исследовательскую базу, новейшее экспериментальное оборудование, позволяющее осуществлять комплексные научные исследования, а также обеспечивать их внедрение в производство и вести подготовку научных работников высшей квалификации.

По приоритетным направлениям развития аграрной науки в университете работает более 20 научных школ. Их возглавляют академики и члены-корреспонденты НАН Беларуси, доктора наук и другие ведущие специалисты.

Среди основных направлений научных исследований, соответствующих профилю подготовки в университете инженерно-технических специалистов АПК, можно назвать такие направления, как обоснование параметров и разработка технических средств обработки почвы и ухода за посевами сельскохозяйственных культур; обоснование параметров и разработка технических средств для кормопроизводства и кормоприготовления; разработка современных методов и средств технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования; разработка технологий упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники; разработка методов и технических средств автоматизированного управления технологическими процессами производства сельскохозяйственной продукции; разработка энергосберегающих электротехнологий и оборудования; прикладные технологии в АПК; обоснование и разработка стратегии инновационного обеспечения роста конкурентоспособности продукции АПК.

В 2011 г. БГАТУ был аккредитован Государственным комитетом по науке и технологиям и Национальной академией наук Беларуси в качестве научной организации, что свидетельствует о высоком уровне проводимой в вузе научно-исследовательской работы.

Научную деятельность в университете осуществляют – Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 42 кафедры и их филиалы, институт повышения квалификации и пере-

подготовки кадров АПК, Республиканский учебно-производственный центр в поселке Боровляны, Технологический научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники», 14 хозрасчетных НИЛ и 4 студенческих.

За период с 1954 по 2013 гг. учеными и сотрудниками университета получено 950 авторских свидетельств СССР и 330 патентов Республики Беларусь на изобретения.

Научные исследования, проводимые в БГАТУ, соответствуют приоритетным направлениям научной и научно-технической деятельности Республики Беларусь. Университет выполняет научно-исследовательскую работу в рамках 9 государственных научно-технических программ (ГНТП): «Агропромкомплекс»; «Инновационные биотехнологии»; «Машиностроение, машиностроительные технологии»; «Ресурсосбережение, новые материалы и технологии – 2015»; «Инновационные технологии в АПК» и др., а также двух региональных научно-технических программ (РНТП). По РНТП «Разработка технологий, технических средств и механизмов хозяйствования, обеспечивающих повышение эффективности функционирования сельского хозяйства и промышленности Минской области – 2011-2015 годы», БГАТУ является головной организацией-исполнителем.

Кроме этого, в университете ведутся научные исследования по заданиям Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), Государственной комплексной программы научных исследований (ГКПНИ), отраслевых программ, инновационного фонда Белгоспищепрома и прямым хоздоговорам с предприятиями и организациями Республики Беларусь.

Для координации научно-исследовательской работы, а также формирования научно-обоснованной стратегии инженерно-технологического обеспечения и технического сервиса агропромышленного комплекса Республики Беларусь в 2011 году в структуре БГАТУ создан Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (НИИМЭСХ). Создание НИИМЭСХ позволило значительно увеличить объем финансирования научно-исследовательских работ за счет прямых договоров с аграрными предприятиями и организациями, активизировало участие ученых университета в исследовательских проектах, международных, государственных и других научно-технических программах.

Разработки ученых БГАТУ востребованы и широко внедряются в производство на предприятиях страны. Только в 2013 году по результатам выполнения НИР внедрено в производство 73 и в учебный процесс 67 наименований новых узлов и агрегатов машин, технологий и практических рекомендаций. Новизна разработок подтверждена 68 патентами Республики Беларусь на изобретения.

Среди важнейших научных результатов, полученных в последние годы, можно отметить следующие. В университете эффективно ведутся работы по разработке и внедрению в производство технологий изготовления износостойких деталей рабочих органов почвообрабатывающих, посевных и кормоуборочных машин. Испытания деталей показали их высокий срок службы, они не уступают лучшим зарубежным аналогам, а их стоимость – на 20-30 % ниже. Результаты научной работы внедрены на 12 предприятиях страны: ОАО «КЗТШ» в Жодино, РУП «Минский завод шестерен», ПО «МТЗ», ОАО «Лидсельмаш», «Оршаагропромаш», «Бобрыйскагромах» и других.

В рамках выполнения ГНТП «Агропромкомплекс» разработаны ультразвуковые бытовые и промышленные счетчики газа серии СГУ 001. Их производство освоено на МЗЭП-1 (г. Брест) и ГНПО «Агат» (г. Минск). Стоимость счетчиков на 40-50 % ниже по сравнению с зарубежными аналогами.

По заказу комитета сельского хозяйства и продовольствия Миноблисполкома разработана автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры, которая позволяет с наименьшими энергозатратами поддерживать состав воздушной среды в технологических помещениях. Система внедрена на 1-й Минской птицефабрике и в ряде молокоперерабатывающих предприятий.

Научно-исследовательская лаборатория пищевых производств НИИМЭСХ ведет активную научно-исследовательскую работу по созданию новых продуктов питания. В 2012-2013 году данной лабораторией выполнялось 9 заданий в рамках ГП «Инновационные биотехнологии», Государственной инновационной программы Республики Беларусь, РНТП «Развитие Минской области на 2011-2015 гг.», РНТП «Инновационное развитие Брестской области на 2011-2015 гг.», заданиям государственного концерна «Белгоспищепром».

Созданной в 2012 г. в структуре НИИМЭСХ научно-исследовательской лабораторией тепличного овощеводства по ГНТП «Механизация производства основных сельскохозяйственных культур на 2011-2015 гг.» выполняется задание «Разработать и освоить производство технологической линии заполнения кассет субстратом и посева семян». В результате выполнения данного задания разработана и изготовлена технологическая линия, позволяющая механизировать такие технологические процессы, как заполнение кассет субстратом, формирование лунок, однозерновым посевом семян, заделка семян субстратом и увлажнение посеянных семян. Освоение производства разработанной технологической линии заполнения кассет субстратом и посева семян осуществляется на ПООО «Техмаш», с последующим внедрением в тепличных, овощеводческих и фермерских хозяйствах республики.

Огромное внимание в университете уделяется научно-исследовательской работе студентов (НИРС), которая тесно связана с учебно-воспитательной работой в БГАТУ и направлена на привлечение студентов к участию в научно-исследовательских работах, проводимых кафедрами. В 2013 году более 2400 тысяч студентов

принимали активное участие во всех формах НИРС. Ими опубликовано более 350 научных работ, получено 56 патентов на изобретения и полезные модели при участии 27 студентов, подано 90 заявок на получение патентов, результаты 28 НИРС внедрены в учебный процесс и 45 – в производство.

Ежегодно студенты БГАТУ становятся победителями олимпиад и получают многочисленные дипломы и награды на республиканских и международных научных конференциях и конкурсах студенческих научных работ.

Студенты и аспиранты нашего университета неоднократно были удостоены стипендий Специального фонда Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза работников АПК, Республиканского комитета Белорусского профсоюза, а также становились лауреатами Премии Мингорисполкома и Премии Национальной академии наук Беларуси в области технических наук.

Большое внимание в университете уделяется также пропаганде научно-технических разработок ученых нашего вуза. Только в 2013 году в Белорусском аграрном техническом университете было издано 15 монографий, опубликовано 416 статей, из них 260 в рецензируемых изданиях, 67 – в зарубежных изданиях, 111 тезисов докладов по материалам зарубежных научно-практических конференций.

С целью коммерциализации научно-технических разработок Белорусский государственный аграрный технический университет принимает активное участие в международных и республиканских выставках инноваций в области сельскохозяйственного производства. Наш университет постоянный участник выставки «БЕЛАГРО». Ежегодно представляемая БГАТУ экспозиция включает тематические стенды, презентации, опытные образцы наиболее перспективных разработок.

Соответствуя современным тенденциям, университет плодотворно сотрудничает в научно-образовательной деятельности более чем с 60 университетами и научными организациями стран СНГ, Европы и Азии. В рамках этих контактов проводится обмен научно-технической информацией, участие в научных конференциях, прием иностранных студентов для обучения в университете, подготовка магистрантов и аспирантов. БГАТУ единственный вуз аграрного профиля нашей страны, являющийся членом Научно-образовательного консорциума между высшими учебными заведениями и НИИ Республики Беларусь и Республики Казахстан.

В соответствии с программой ТЕМПУС совместно с БГУ и БНТУ с 2013 года реализуется проект «Development of Training Network for Improving Education in Energy Saving» по совместной подготовке специалистов в сфере возобновляемых источников энергии. Утверждены программы курсов лекций по 10 направлениям обучения студентов в области энергоэффективности.

БГАТУ является участником нового финансируемого европейского проекта 7-й Рамочной программы «Сообщество трансфера знаний – инструмент для преодоления разрыва между научными исследованиями, инновациями и созданием новых бизнесов – NoGAP».

Успешно развиваются контакты с высшими учебными заведениями и научными организациями Российской Федерации. БГАТУ является постоянным участником Форума Союзного государства вузов инженерно-технологического профиля.

За достигнутые успехи в подготовке специалистов для агропромышленного комплекса страны БГАТУ награжден Почетной грамотой Президиума Верховного Совета, Почетной грамотой Национального собрания Республики Беларусь, Почетной грамотой Совета Министров Республики Беларусь. Работа университета по обеспечению европейского качества подготовки специалистов, формированию и внедрению системы менеджмента качества отмечена престижными европейскими наградами: «Лучшее предприятие Европы в области образования (Европейский саммит в Оксфорде, сентябрь 2007 г.) и «Золотой сертификат качества» (4-я Международная ассамблея качества в Москве, сентябрь 2008 г.). Признанием достижений БГАТУ на государственном уровне является присуждение университету в 2013 году Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества.

Оглядываясь на прошедшие десятилетия и пройденный путь, мы с уверенностью можем сказать: Белорусский государственный аграрный технический университет – вуз со своими традициями, достижениями и перспективами.

Встречая 60-летний юбилей, коллектив БГАТУ с оптимизмом смотрит в будущее и прилагает все усилия для сохранения и приумножения лучших традиций, созданных предшествующими поколениями преподавателей, ученых и студентов университета, дальнейшего совершенствования качества подготовки высококвалифицированных инженерно-технических специалистов АПК.

**Ректор БГАТУ,
доктор технических наук,
профессор,
И.Н. Шилов**



СЛОВО ОБ УЧИТЕЛЕ

Сергей Иванович Плященко – ученый и учитель в самом высоком смысле этого слова.

Впервые мы познакомились в начале 90-х годов, когда я, еще молодой специалист, возглавил совхоз «Закозельский» Дрогичинского района Брестской области. Советский Союз распался, и хозяйство было не в лучшем экономическом состоянии. Возникшие новые проблемы и отсутствие опыта по их практическому решению заставили меня обратиться к науке. За советом и помощью я приехал в Жодино в Белорусский научно-исследовательский институт животноводства – так назывался тогда нынешний НПЦ НАН Беларуси по животноводству. Мне порекомендовали обра-

титься к С.И. Плященко, который заведовал в то время отделом зоогигиены НИИ и работал на кафедре технологии и механизации животноводства БАТУ.

Так состоялось мое знакомство с талантливым ученым и организатором, настоящим исследователем. С этого времени началась моя биография не только как хозяйственника, но и как ученого.

Сергей Иванович Плященко, доктор ветеринарных наук, профессор, лауреат Премии Совета Министров БССР, уже тогда был известным в Советском Союзе ученым, имел почетное звание заслуженного деятеля науки Белорусской ССР. К моей радости, оказалось, что мы с ним, хоть и в разное время, окончили Витебский ветеринарный институт.

Наше многолетнее сотрудничество с С.И. Плященко принесло весомые плоды экономике хозяйства. Его практические советы, своевременные рекомендации, опирающиеся на исследования в области эффективного использования производственных ресурсов, ресурсосберегающих технологий содержания скота, позволили значительно улучшить производственные и экономические показатели хозяйства и вывести его на более высокий уровень развития.

С.И. Плященко – умелый руководитель научных исследований в животноводческой отрасли. Он убедил меня, начинающего хозяйственника, занятого повседневными заботами крупного хозяйства, в том, что высокоэффективное сельскохозяйственное производство должно опираться на последние достижения науки и передовой практики, направил на серьезную исследовательскую работу. В числе 39 кандидатов и 9 докторов наук, защитивших диссертации под его научным руководством, и моя скромная персона.

Сергей Иванович – эталон истинного ученого, исследователя, радеющего за конечный результат, умело соединяющего достижения фундаментальной и прикладной науки с производством, преданного любимому делу, сельскому хозяйству, которому он служит уже более 70 лет.

Умение С.И. Плященко в полной мере использовать свой высокий интеллектуальный потенциал, увлеченность творчеством, большое трудолюбие, широта мышления, разнообразие интересов, интеллигентность, скромность в личных запросах вызывают восхищение и стремление подражать его незаурядной личности.

Родом из российской глубинки, Сергей Иванович свою жизнь посвятил агропромышленному комплексу Беларуси. Его вклад в белорусскую аграрную науку, развитие животноводческой отрасли республики – неоценим.

Творческая биография С.И. Плященко – это патенты на изобретения в области животноводства, более 500 печатных научных работ, свыше 30 монографий, учебников и методических пособий, энциклопедий и справочников. По его трудам постигают науку многие поколения будущих специалистов и ученых отрасли.

Его достижения в области животноводства сейчас заслуженно называют «школой Плященко», и я с гордостью причисляю себя к его ученикам и последователям.

Сергей Иванович и сегодня в строю, как и тогда, в мае 1942 года, когда добровольцем в народном ополчении защищал родной Воронеж, а затем прошел всю войну до победного конца.

90 лет – это возраст патриарха, умудренного опытом, способного смотреть далеко вперед, определять новые рубежи в развитии экономики страны.

Сегодня, обращаясь к уважаемому Сергею Ивановичу, я произношу слова глубочайшей признательности и огромной благодарности за его неустанный труд, за ту выдающуюся роль, которую он сыграл в моей жизни, в судьбах тысяч своих учеников и последователей.

Низкий поклон Вам, дорогой Учитель!

С юбилеем, уважаемый Сергей Иванович!

Доброго здоровья Вам, творческих достижений и радости бытия!

С 90-летним юбилеем, уважаемый Сергей Иванович Плященко!

*Сергей Иванович, года
Не возраст – мудрость отражают:
Творец, мыслитель Вы всегда!
Ученых бывших не бывает!
В животноводстве Вы – Профессор!
В науке – Патриарх, знаток!
Пусть Ваша жизнь течет без стрессов,
А в стрессах знаете Вы толк!
Боец, ученый, педагог,
Вы – мэтр, чести образец и долг!
Не уставая от дорог,*

*Вперед идите долго, долго!
Всего лишь девяносто лет!
Ждет Вас и юбилей столетний!
Пусть творчества не гаснет свет,
Любовью будут дни согреты!
Пусть путеводная звезда,
Как та, что на груди сияет,
Жизнь освещает Вам всегда,
Сил и здоровья прибавляет!*

А. Самуль

**Н.С. Яковчик,
заслуженный работник
сельского хозяйства
Республики Беларусь,
доктор с.-х. наук,
доктор экон. наук,
профессор,
директор Института
повышения квалификации
и переподготовки кадров
АПК БГАТУ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БУКСОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

И.А. Колтович, заместитель главного конструктора (ОАО «Минский тракторный завод»)

Аннотация

Рассмотрен процесс буксования колесного трактора. Проведен анализ имеющихся зависимостей крутящего момента от буксования и предложена новая трактовка этой зависимости.

The process of a wheel tractor slipping is considered. The analysis of the existing dependencies of the hook from slipping efforts is carried out and the new treatment of this dependence is offered.

Введение

Известно, что тягово-сцепные и экономические свойства проектируемого колесного трактора определяются при помощи теоретической тяговой характеристики [1]. Одними из исходных данных, необходимых для построения последней, является зависимость буксования δ от тягового усилия $F_{кр}$, которое развивает трактор при агрегатировании его с сельхозмашиной или другим навесным или прицепным агрегатом, т.е. $\delta = f(F_{кр})$.

Буксование является сложным процессом и определяется как конструктивными параметрами проектируемого трактора (сцепным весом $G_{сц}$, размерами колес, расположением центра тяжести и рядом других), так и физико-механическими свойствами грунтовой поверхности и ее факторами (стерня, пахота, залежь, коэффициенты трения f скольжения, покоя f_0 , влажности).

Для определения показателей, характеризующих процесс буксования, необходимо рассмотреть взаимодействие ведущего колеса с грунтовой поверхностью.

Основная часть

Процесс взаимодействия ведущего колеса с грунтовой поверхностью в общем виде представлен на рис. 1.

Под воздействием крутящего момента M_k , колесо движется по направлению вектора v поступательной скорости и угловой ω скорости. На колесо действуют активные силы: G – вертикальная нагрузка и крутящий момент M_k , а также инерционная сила

$$F_{ин} = m \frac{dv}{dt} \text{ и момент инерции } M_{ин} = J \frac{d\omega}{dt},$$

где m – масса, приходящаяся на колесо,

$J_{ин}$ – момент инерции массы.

Как сила инерции, так и момент инерции имеют различные знаки (+ или –) в зависимости от направления движения.

Реактивные силы представлены силой сопротивления качению $F_{ср}$; возникающей при смятии грунта передней частью колеса и образованием колеи, и F_k – касательной силой тяги. Глубина колеи определяется координатой h , а деформация шины – $h_{сг}$.

При приложении крутящего момента грунтовая поверхность деформируется, и возникают усилия сдвига $\tau_{сд}$, представленные на рис. 2.

При рассмотрении взаимодействия ведущего колеса с грунтовой поверхностью примем следующие допущения:

1. Колесо движется по горизонтальной грунтовой поверхности в установившемся режиме.

2. Силы сдвига приложены нормально к поверхности почвозацепов колеса и состоят из сил трения и сил сцепления. При установившемся режиме касательная сила F_k тяги равна сумме тангенциальных реакций грунта, направленных против движения колеса (рис. 2).

Как известно, эластичное тракторное колесо для

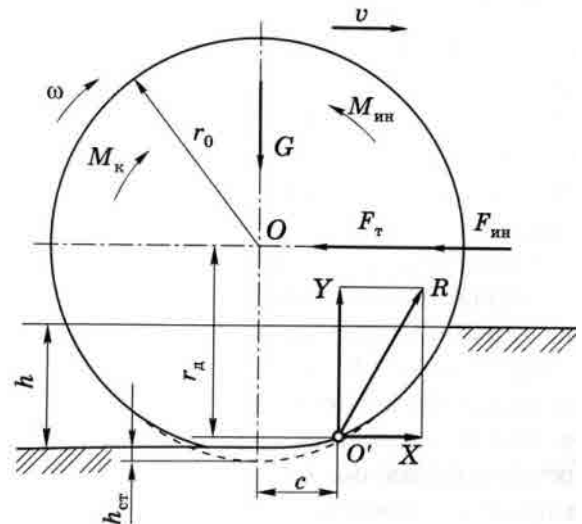


Рисунок 1. Схема взаимодействия ведущего колеса с грунтовой поверхностью

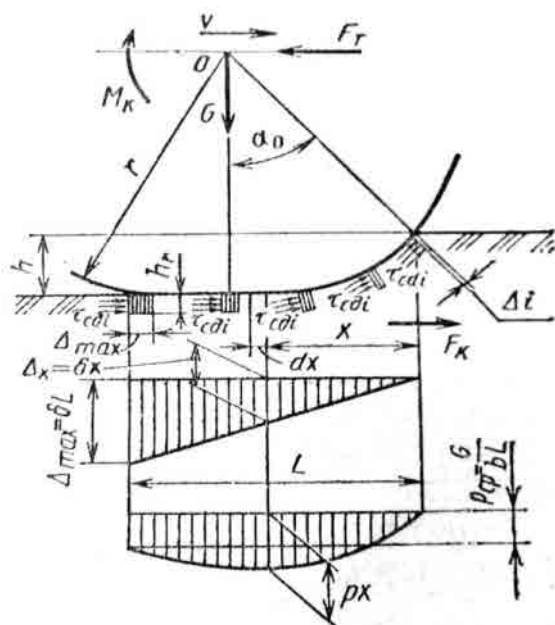


Рисунок 2. Схема процесса буксования ведущего колеса

улучшения сцепления с грунтом оборудуют грунтозацепами. При взаимодействии ведущего колеса с грунтом действуют силы трения между опорной поверхностью шины и грунтом; силы, возникающие при упоре грунтозацепов шины в грунт; силы, возникающие при срезе грунтового кирпича боковыми гранями грунтозацепов. На дорогах с твердым покрытием основное значение имеют силы трения. На рыхлых грунтах значение сил сдвига и среза возрастает и во многих случаях является определяющим.

При движении ведущего колеса его грунтозацепы сдвигаются и срезают грунт в направлении, обратном движению. Упор грунтозацепов в грунт, сдвиг и срез грунтовых кирпичей, зажатых между ними, возможны только при полном использовании сил трения, т.е. когда имеется пробуксовка колеса (рис. 2).

Теоретически передача ведущего момента обязательно должна сопровождаться буксованием, в результате чего ось колеса как бы перемещается на соответствующее расстояние назад. В этом главным образом заключается физическая сущность буксования ведущих колес на деформируемой поверхности и причина снижения их поступательной скорости. Дополнительное незначительное снижение поступательной скорости ведущих колес обуславливается тангенциальными деформациями шин. Благодаря эластичности шины в окружном направлении участки ее, приближающиеся при качении колеса к площадке контакта шины с грунтом, под действием ведущего момента сжимаются, вследствие чего путь, проходимый колесом за один оборот, уменьшается.

В соответствии с теорией, предложенной профессором В.В. Гуськовым [1], при установившемся

движении колеса ($v = \text{const}$) сдвиг и срез грунтовых кирпичей происходит в основном в периоды выхода последнего грунтозацепа опорной поверхности колеса из грунта (рис. 2). В этот момент нагрузка от вышедшего из зацепления грунтозацепа перераспределяется на остальные, находящиеся в зацеплении. Все грунтозацепы сдвигаются и срезают грунт на одинаковую величину Δ_i , причем, первый сдвигает грунт на Δ_1 , второй на $\Delta_1 + \Delta_1 = 2\Delta_1$, третий на $\Delta_1 + \Delta_1 + \Delta_1 = 3\Delta_1$ и т.д. Поскольку первый грунтозацеп пройдет все стадии зацепления от входа в грунт до выхода из него, наибольший сдвиг и срез грунта при выходе его из зацепления равен $\Delta_{\max} = n\Delta_1$ (здесь n – число грунтозацепов в зацеплении опорной поверхности колеса с грунтом).

С другой стороны, наибольший сдвиг и срез грунта можно представить как произведение коэффициента буксования δ на длину опорной поверхности колеса $L_{\text{пр}}$, т.е. $\Delta_{\max} = \delta L_{\text{пр}}$.

Исследования [1] показали, что распределение деформации сдвига и среза грунтовых кирпичей в контакте опорной поверхности колеса с грунтом можно представить в виде треугольника (рис. 2).

Напряжения сдвига $\tau_{\text{сд}}$, возникающие в грунте при воздействии на него грунтозацепами, возрастают, и при Δ_0 достигают максимума τ_n (рис. 3), после чего они убы-

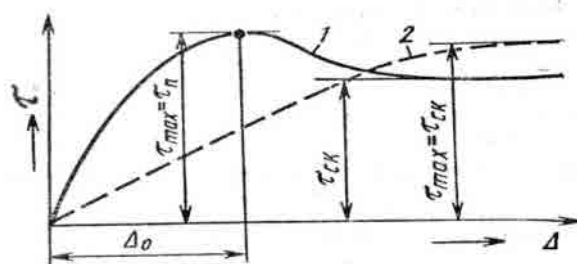


Рисунок 3. Зависимость напряжений сдвига от деформаций: 1 – плотные грунты; 2 – пластичные грунты

вают и при полном срезе грунтового кирпича достигают постоянного значения $\tau_{\text{ск}}$. В то же время напряжение $\tau_{\text{ср}}$, возникающее при срезе грунтового кирпича боковыми гранями грунтозацепа высотой h , можно в первом приближении считать не зависящим от деформации.

Зависимость напряжений сдвига от деформации хорошо объясняет формула, предложенная профессором В.В. Кацыгиным [1]:

$$\tau_{\text{сд}} = f_{\text{ск}} q_x \left(1 + \frac{f_n}{ch \frac{\Delta}{k_r}} \right) th \frac{\Delta}{k_r}, \quad (1)$$

где $f_{\text{ск}}$ и f_n – коэффициенты трения скольжения и покоя грунтовой поверхности;

q_x – давление на грунтовую поверхность, Н/м²;

k_τ – коэффициент деформации, м;

Δ – деформации сдвига.

Используем эту зависимость для вывода формулы касательной силы тяги колеса при сдвиге грунта. Для упрощения вывода заменим опорную поверхность с радиусом кривизны (в пределах контакта с грунтом) горизонтальной поверхностью (рис. 2) с длиной контакта L , при этом предположим, что реакции сдвига параллельны этой плоскости и колесо движется при установившемся режиме.

Суммарную деформацию грунтозацепов, равную в начале зацепления нулю и достигающую в конце значения $\Delta_i = \delta L_{np}$, как было показано выше, можно представить в виде треугольника. Тогда деформация грунта на расстоянии x (рис. 2) от начала зацепления равна $\Delta_x = \delta x$.

Касательная сила тяги колеса, развиваемая при сдвиге грунта,

$$F_k = \int_0^{L_{np}} \tau_x dA = \int_0^{L_{np}} b \tau_x dx, \quad (2)$$

где dA – элементарная площадка опорной поверхности колеса, равная $dA = b dx$; b – ширина грунтозацепа колеса; dx – длина элементарной площадки.

В общем случае τ_x зависит от нормального давления q_x , деформации грунта, его физико-механических свойств, параметров колеса. Из них переменными являются нормальное давление и деформация сдвига, т.е. $\tau_x = f(q_x, \Delta_x)$.

Подставляя формулу (1) в уравнение (2), получаем

$$F_k = \int_0^{L_{np}} b f_{ck} q_x \left(1 + \frac{f_{np}}{ch \frac{\Delta_x}{k_\tau}} \right) th \frac{\Delta_x}{k_\tau} dx.$$

Заменив $\Delta_x = \delta x$, имеем

$$F_k = \int_0^{L_{np}} b f_{ck} q_x \left(1 + \frac{f_{np}}{ch \frac{\delta x}{k_\tau}} \right) th \frac{\delta x}{k_\tau} dx, \quad (3)$$

где $q_x = f(G, x)$.

Длина площади контакта (рис. 2)

$$L_{np} = r \alpha_0 + \sqrt{2rh}, \quad (4)$$

где $\alpha_0 = \arctg \sqrt{\frac{2rh - h^2}{r - h}}$; h – глубина колеи.

Как видно из формулы (3), касательная сила тяги эластичного колеса, необходимая для преодоления сил трения, сдвига и среза грунта, зависит от нормальной нагрузки G , действующей на колесо, параметров колеса (b, r), физико-механических свойств грунта (f_{ck}, f_n, k_τ) и режима движения (коэффициента буксования δ).

Многочисленными исследованиями установлено, что давление на площади контакта шины с грунтом

распределяется неравномерно. Однако в литературе освещаются в основном вопросы, связанные с эпюрами распределения нормального напряжения в грунте под площадью контакта. Они позволяют скорее судить о качественных соотношениях распределения давления и не дают количественных закономерностей.

Если принять в первом приближении, что давление q_x распределено равномерно, т.е. $q_x = q_{cp} = G/bL_{np}$, то

$$F_k = \frac{f_{ck} k_\tau b q_{cp}}{\delta} \left[\ln ch \frac{\delta L_{np}}{k_\tau} - f_{np} \left(\frac{1}{ch \frac{\delta L_{np}}{k_\tau}} - 1 \right) \right].$$

Подставив в формулу $q_{cp} = (G/bL_{np})$, получим

$$F_k = \frac{f_{ck} k_\tau G}{\delta L_{np}} \left[\ln ch \frac{\delta L_{np}}{k_\tau} - f_{np} \left(\frac{1}{ch \frac{\delta L_{np}}{k_\tau}} - 1 \right) \right]. \quad (5)$$

На рис. 4 представлена расчетная зависимость $F_k = f(\delta)$ при движении ведущего колеса 16.9R30 ($D_0=1.47$ м, $b_0=0.42$ м, $r_k=0.69$ м, $P_w = 0,14$ МПа, где D_0 – наружный диаметр; b_0 – ширина колеса; r_k – радиус качения; P_w – давление) по стерне суглинка нормальной влажности ($f_{ck} = 0,72$; $f_n = 0,78$; $k_\tau = 0,04$ м) при различных нормальных нагрузках (1-5 кН, 2-10 кН, 3-15 кН, 4-25 кН, 5-35 кН).

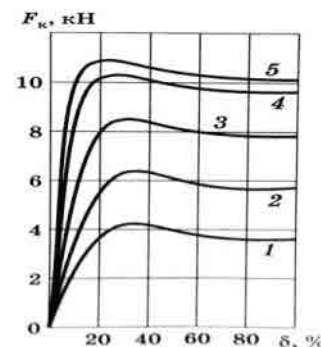


Рисунок 4. Зависимость касательной силы тяги колеса от буксования при различных вертикальных нагрузках

Из рисунка видно, что касательная сила тяги возрастает, пока коэффициент буксования не достигнет определенного значения, после чего она начинает уменьшаться. Уменьшение касательной силы тяги при большом буксовании объясняется тем, что грунтовые кирпичи срезаются, защемляются между грунтозацепами. Поскольку значение напряжения сдвига при скольжении меньше максимальных (напряжений покоя), следовательно, и касательная сила тяги колеса меньше.

При этом следует уточнить понятие «буксование». Под ним следует понимать взаимодействие движителя трактора с опорной поверхностью, сопровождающееся снижением скорости переносного по-

ступательного движения, изменением касательной силы тяги, обусловленное нестабильностью состояния поверхности и тягового сопротивления агрегируемых машин.

Буксование, при котором развивается максимальная касательная сила тяги, находится в пределах 22-24 %. Это довольно близко к экспериментальным данным. Интересно отметить, что с увеличением нагрузки на колесо, максимальная касательная сила тяги развивается при меньшем буксовании. Отсюда вытекает вывод о том, что, чем больше нагрузки на колесо, тем меньшее буксование можно допустить. Следовательно, для более тяжелых тракторов допустимое буксование должно быть меньше, чем для легких (исходя из получения максимальных тяговых сцепных качеств).

Однако использование формулы (3) весьма затруднительно ввиду недостаточных сведений по коэффициенту k_t деформации, хотя она наиболее адекватно описывает взаимодействие ведущего колеса с грунтовой поверхностью при буксовании.

Поэтому в последнее время предложен ряд эмпирических формул, описывающих процесс буксования [1, 3]. Одна из них предложена Г.Г. Колобовым [2]. На основании множества снятых экспериментальных тяговых характеристик колесных тракторов на машиноиспытательных станциях и полигоне (г. Одесса) в течение 1970...90 гг. им предложена зависимость коэффициента $\varphi_{кр}$ крюкового усилия

$$\left(\varphi_{кр} = \frac{F_{кр}}{G_{сц}}, F_{кр} - \text{крюковое усилие}, G_{сц} - \right.$$

сцепной вес трактора) от буксования, имеющая вид:

$$\varphi_{кр} = \varphi_{кр \max} - A e^{-B\delta}, \quad (6)$$

где $\varphi_{кр \max}$ – максимальный коэффициент крюкового усилия, который может развить колесный трактор, имеющий сцепной вес $G_{сц}$; A и B – эмпирические коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств грунтовой поверхности.

На рис. 5 представлены осредненные зависимости $\varphi_{кр} = f(\delta)$ для колесных тракторов 4К2, а на рис. 6 – для колесных тракторов 4К4.

Осредненные значения коэффициентов крюкового усилия для различных колесных тракторов на различных почвенных и дорожных фонах приведены в табл. 1, а осредненные значения ко-

эффициентов крюкового усилия, соответствующие номинальным тяговым усилиям колесных тракторов различных типов, а также максимальные коэффициенты крюкового усилия $\varphi_{кр \max}$, приведены в табл. 2.

Однако рассмотренная зависимость $\varphi_{кр} = f(\delta)$ несмотря на адекватность реальному процессу в определенных интервалах буксования, обладает рядом недостатков.

Так, при концевых значениях буксования, т.е. при $\delta = 0$ и при $\delta = 1$ она не соответствует реальным величинам коэффициента $\varphi_{кр}$ крюкового усилия при движении по стерне суглинка, где $A = 0,708$ и $B = 7,15$ (табл.1).

Так, при $\delta = 0$, $\varphi_{кр} = 0,67 - 0,708$. В этом случае $\varphi_{кр}$ приобретает отрицательное значение, что не соответствует реальным условиям движения. С другой стороны, при $\delta = 1$, т.е. при буксовании $\varphi_{кр}$ должен равняться

$$\varphi_{кр \max}, \text{ а по формуле } \varphi_{кр} = \varphi_{кр \max} \frac{A}{e^B}, \text{ т.е. } \varphi_{кр} < \varphi_{кр \max},$$

что не соответствует действительности.

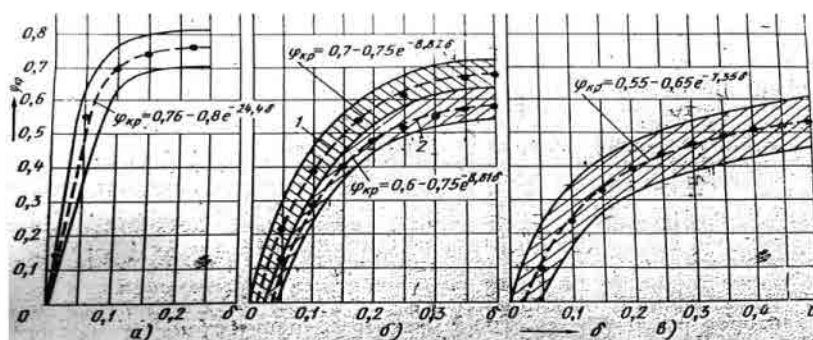


Рисунок 5. Осредненные зависимости $\varphi_{кр}(\delta)$ колесных тракторов 4x2: а – на сухом бетоне; б – на стерне пшеницы и ячменя; 1 – суглинистый чернозем; 2 – супесь; в – на поле, подготовленном под посев, на суглинистом черноземе и супеси

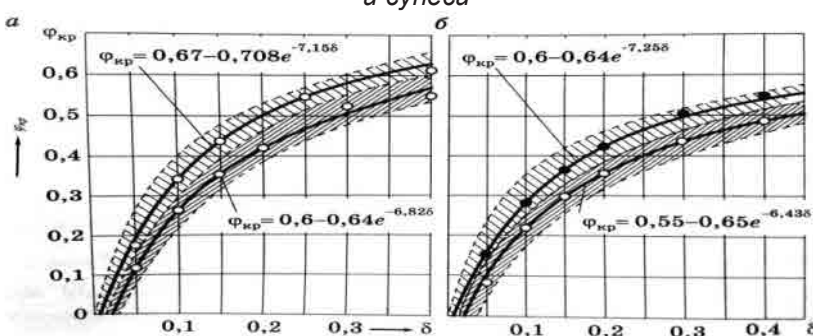


Рисунок 6. Осредненные зависимости $\varphi_{кр}(\delta)$ для колесных тракторов 4x4: а – на стерне пшеницы, ячменя, на суглинистом черноземе; б – на поле, подготовленном под посев, на суглинистом черноземе (большие значения $\varphi_{кр}$ относятся к тракторам-тягачам, у которых все колеса одинакового размера)

Таблица 1. Осредненные значения коэффициентов крюкового усилия различных тракторов на различных почвенных и дорожных фонах

Тип трактора	Почвенный фон, тип почвы или дорожного покрытия	$\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max} - Ae^{-B\delta}$		
		$\varphi_{кр\max}$	A	B
Колесные 4х2	Сухой бетон	0,76	0,80	24,4
	Стерня пшеницы или ячменя на суглинистом черноземе	0,7	0,756	8,82
	Стерня пшеницы или ячменя на супеси	0,6	0,75	8,81
	Поле, подготовленное под посев на суглинистом черноземе и супеси	0,55	0,65	7,85
Колесные 4х4 пропашные* пахотные**	Стерня пшеницы или ячменя	0,60	0,64	6,82
	На суглинистом черноземе	0,67	0,708	7,15
Колесные 4х4 пропашные пахотные	Поле, подготовленное под посев на суглинистом черноземе	0,55	0,65	6,43
	Стерня пшеницы, ячменя на тяжелосуглинистом черноземе	0,75	0,80	7,30

* Тракторы по классической схеме (задние колеса большего размера) 4х4а

** Тракторы со всеми ведущими колесами одинакового размера (тракторы-тягачи) 4х4б

Таблица 2. Осредненные значения коэффициентов крюкового усилия, соответствующие номинальным тяговым усилиям тракторов различных типов

Тип трактора	δ в %	$\varphi_{кр\ n}$	$\varphi_{кр\max}$
Колесные 4х2	17-18	0,54	0,67
Колесные 4х4: пропашные	17-18	0,40	0,51
пахотные	15	0,45	0,58

Автором предложена зависимость вида

$$\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max} \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{k\delta}{1-\delta}}} \right), \quad (7)$$

где k – эмпирический коэффициент, зависящий от физико-механических свойств грунтовой поверхности.

Эта зависимость не имеет недостатков вышерассмотренной формулы.

Так, при $\delta = 0$, $\varphi_{кр} = 0$, при $\delta = 1$, $\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max}$, что соответствует реальным условиям взаимодействия ведущего колеса с грунтовой поверхностью.

Ориентировочные значения k приведены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициенты осредненных зависимостей коэффициентов использования сцепного веса различных тракторов на различных почвенных и дорожных фонах

Тип трактора	Почвенный фон, тип почвы или дорожного покрытия	$\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max} \left(1 - e^{-\frac{k\delta}{1-\delta}} \right)$	
		$\varphi_{кр\max}$	k
Колесные 4х2	Сухой бетон	0,76	6,7
	Стерня пшеницы или ячменя на суглинистом черноземе	0,7	6,5
	Стерня пшеницы или ячменя на супеси	0,6	6,58
	Поле, подготовленное под посев, на суглинистом черноземе и супеси	0,55	6,54
Колесные 4х4 пропашные* пахотные**	Стерня пшеницы или ячменя	0,60	6,58
	На суглинистом черноземе	0,67	6,5
Колесные 4х4 пропашные пахотные	Поле, подготовленное под посев, на суглинистом черноземе	0,55	6,4
	Стерня пшеницы, ячменя на тяжелосуглинистом черноземе	0,75	6,7

* Тракторы по классической схеме (задние колеса большего размера)

** Тракторы со всеми ведущими колесами одинакового размера (тракторы-тягачи)

На рис. 7 приведены зависимости коэффициента крюкового усилия от буксования, рассчитанные по различным формулам:

1 – по формуле $\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max} - Ae^{B\delta}$;

2 – экспериментальная кривая;

3 – по формуле $\varphi_{кр} = \varphi_{кр\max} (1 - e^{B\delta})$;

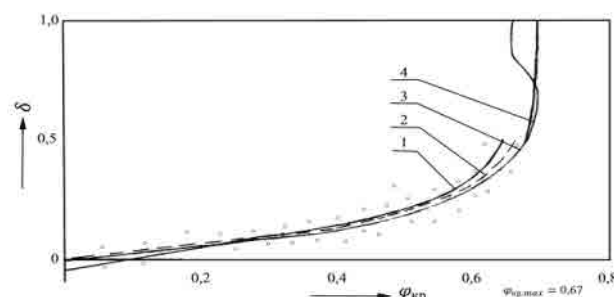


Рисунок 7. Зависимости $\varphi_{кр}=f(\delta)$, рассчитанные по различным формулам при движении ведущего колеса по горизонтальной поверхности стерни суглинка нормальной влажности

4 – с использованием формулы профессора В.В. Гуськова

$$F_k = \int_0^{L_{up}} b f_{ск} q_x \left(1 + \frac{f_{п}}{ch \frac{\delta x}{k_r}} \right) th \frac{\delta x}{k_r} dx.$$

Как видно из графика, все зависимости $\varphi_{кр} = f(\delta)$ в пределах реальных величин буксования (0...0,4) примерно одинаково описывают процесс взаимодействия ведущего колеса с грунтом. Разница между ними существует при значительных величинах буксования (от 0,4 и выше).

Уменьшение $\varphi_{кр}$ от его максимального значения (форм. 4) объясняется тем, что при такой величине буксования почвенные кирпичи, зажатые между почвозацепами, полностью срезаются и образуется «земляное» колесо, т.е. трение покоя $f_{п}$ заменяется трением скольжения.

Заключение

1. При оценке тягово-сцепных и экономических свойств проектируемых колесных тракторов с помощью теоретических тяговых характеристик важное значение имеет правильный выбор функции $\delta = f(\varphi_{кр})$.

2. Приведенные зависимости $\varphi_{кр} = f(\delta)$ – 6 и 7 с одной стороны при адекватном описании процесса буксования имеют недостаточный набор коэффициентов, отражающих физико-механические свойства грунтовой поверхности (формула 5), с другой стороны расчет по формуле 6 при конечных значениях δ величины буксования (т.е. при $\delta = 0$ и при $\delta = 1$) дает неверные значения.

3. Наиболее полно отражает реальный процесс буксования формула 7, которую следует применять при построении теоретических характеристик проектируемых колесных тракторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Многоцелевые гусеничные и колесные машины. Теория – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2012. – 543 с.
2. Колобов, Г.Г. Тяговые характеристики тракторов / Г.Г. Колобов, А.П. Парфенов. – М.: Машиностроение, 1972. – 151 с.
3. Гуськов, А.В. Оптимизация потребительских свойств и параметров колесных тракторов семейства «Беларус»: монография / А.В. Гуськов; под ред. В.П. Бойкова. – Могилев.: Белорус.-Рос. ун-т, 2008 – 210 с.

УДК 621.7/9.048.7

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.01.2014

Триботехнические характеристики многоэлементных, многокомпонентных PVD и металлосодержащих DLC покрытий

Г.Я. Беляев, канд. техн. наук, профессор, С.Ю. Котов, аспирант (БНТУ)

Аннотация

С целью изучения возможности использования вакуумных покрытий в узлах трения были исследованы основные триботехнические характеристики DLC и PVD покрытий, полученных вакуумно-плазменным методом, на основе титана, циркония, хрома и алюминия при трении скольжения в паре со сталью ШХ15 ГОСТ 801-78. В ходе исследования были выявлены покрытия с оптимальным сочетанием свойств, таких как коэффициент трения скольжения, износостойкость, время приработки и изнашивающая способность по отношению к контртелу.

The basic tribological characteristics of DLC and PVD coatings received from a vacuum-plasma method based on titanium, zirconium, chromium and aluminum sliding friction in pair with steel SH15 GOST 801-78 were investigated in order to study the possibility of using a vacuum coating in friction. The study revealed the coating with an optimum combination of properties such as coefficient of friction, wear and running, and wear ability in relation to counterbody.

Введение

Одной из главных причин, тормозящих развитие и повышение рентабельности сельского хозяйства Республики Беларусь в настоящее время, на наш взгляд, является недостаточная эффективность сельскохозяй-

ственной техники, которая зависит, главным образом, от ее надежности – способности выполнять заданные функции с минимальными затратами труда и материальных средств в течение длительного времени.

Ежегодно из-за неисправностей и износа простаивает значительная доля машин и оборудования. Не-

достаточное количество техники, пригодной к эксплуатации, ведет к затягиванию уборочной кампании и, как следствие, потере стратегически важного сырья.

Решение данной проблемы видится в увеличении работоспособности и ресурса сельскохозяйственных машин, которые в значительной степени определяются интенсивностью изнашивания трущихся деталей. Опыт эксплуатации свидетельствует, что 80-90 % деталей сельскохозяйственных машин выходят из строя по причине износа.

Оптимизация выбора покрытий узлов трения мобильных сельскохозяйственных машин представляет наиболее перспективный и экономичный путь повышения их работоспособности. Одним из самых перспективных методов повышения долговечности узлов трения мобильной сельскохозяйственной техники является применение вакуумно-плазменных покрытий.

Отличительными особенностями данной группы методов являются:

- высокое качество покрытий (химическая чистота, адгезия, твердость и т.д.);
- оптимальное сочетание стоимости и эффективности;
- экологическая безопасность и др. [1].

В последние годы на рынке отмечается устойчивая тенденция к росту предложения многокомпонентных и многоэлементных покрытий, которые по заявленным характеристикам, обладают уникальным сочетанием свойств. Однако до настоящего времени не выявлены основные триботехнические характеристики и экономическая целесообразность их применения.

Целью данного научного исследования стало определение триботехнических характеристик новейших многоэлементных, многокомпонентных и металлосодержащих алмазоподобных покрытий.

Основная часть

Методы и материалы исследований

Испытания на определение коэффициента трения скольжения покоя пары трения «PVD покрытие – сталь ШХ15» проводились на приборе Monitor Slip & Friction Tester. Образцы представляли собой параллелепипеды из закаленной стали ШХ15 ГОСТ 801-78 (твердость 63...65 HRC), с размером граней 25x25x10 мм, на поверхность которых наносилось PVD-покрытие толщиной 5 мкм методом магнетронного распыления.

Для определения коэффициента трения скольжения со смазочным материалом и без него использовались образцы из закаленной стали ШХ15, которые представляли собой цилиндрическое тело диаметром 60 мм и высотой 10 мм, на торцовую поверхность которого были нанесены покрытия толщиной 5 мкм. Определение коэффициента трения скольжения характеристик вакуумно-плазменных покрытий и износа проводилось в соответствии с ГОСТ 23.224-86 на универсальной машине трения УМТ 2168 с электро-механическим измерителем момента сопротивления вращению (момента трения). В качестве контртела использовались термообработанные шарики из стали

ШХ15 (65 HRC) номинальным диаметром 11,509 мм. Шероховатость всех поверхностей трения составляла $Ra=0,4$ мкм. Условия контакта: трение скольжения по схеме «палец-диск».

При определении коэффициента трения скольжения без смазки в целях недопущения задиров и улучшения условий приработки пар трения осуществляли однократно смазку пластичной смазкой Литол-24 «ЛЮКС» ГОСТ 21150-87. После проведения первого замера изменения массы образца, по истечении 30 секунд от начала испытания, смазочный материал удалялся и далее не применялся.

При определении коэффициента трения скольжения со смазкой изучение производилось при погружении пары трения в масло И40А ГОСТ 20799-88.

Испытания проводили при частоте вращения пальца $n=300$ мин⁻¹ при постоянной влажности и температуре окружающей среды.

В ходе эксперимента регистрировались величины массового износа образцов покрытий на аналитических весах HR-200 (с точностью измерения до 0,0001 г) по истечении 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50 минут от начала эксперимента и контртела в конце эксперимента, а также значения момента трения с частотой два измерения в секунду.

Коэффициент трения рассчитывали по формуле

$$\mu = \frac{2M_{TP}}{D \cdot F}, \quad (1)$$

где M_{TP} – момент трения, Н·м;

D – диаметр образца, м; $D = 0,02$ м;

F – нагрузка, Н; при трении без смазки $F = 200$ Н, при трении со смазкой $F = 1000$ Н.

За величину коэффициента трения принимали его значение в установившемся режиме при испытаниях каждого образца вакуумно-плазменного напыления. Для каждого покрытия исследования проводились пятикратно.

Величину износа предложено оценивать удельным объемным износом, как объем покрытия, подвергнутого износу при трении скольжения без смазки под нагрузкой на определенном пути трения по формуле

$$K_{II} = \frac{V}{L \cdot F}, \quad (2)$$

где V – объем металла, удаленного в процессе износа, м³;

F – нагрузка, Н; $F = 200$ Н.

L – путь трения, м; $L = \pi D n t$,

где D – средний диаметр кольца изнашивания, м; n – частота вращения пальца, мин⁻¹; при трении без смазки $n=300$ мин⁻¹;

t – время трения, мин;

В результате трения на образцах образовывалась канавка износа, имеющая форму кольца. Геометрические параметры канавки износа по сечению, перпендикулярному к поверхности трения, имели постоянное значение, что позволило вычислить объем материала покрытия, удаленного в результате износа. Объем удаленного материала определяли умножением

ем высоты бороздки, образовавшейся в ходе эксперимента, на ее площадь. Высоту кольца износа определяли при помощи контактного профилографа-профилометра мод. 252 ГОСТ 19300-86. Площадь контакта приняли равной площади торца контртела, имеющего кольцевидную форму.

Изнашивающую способность покрытия по отношению к контртелу определяли как отношение изменения массы пальца к пути трения.

Результаты измерения коэффициента трения покоя для различных PVD-покрытий представлены на рис. 1.

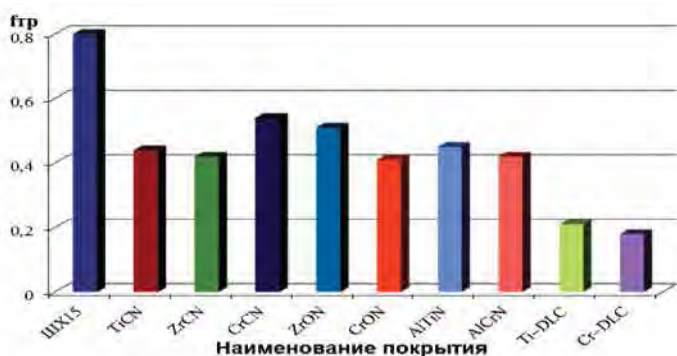


Рисунок 1. Коэффициент трения покоя пары трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15»

Как следует из результатов эксперимента, все изученные PVD-покрытия уменьшают величину коэффициента трения скольжения покоя. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что на силу трения скольжения в состоянии покоя помимо механического взаимодействия между телами трения, существенное влияние оказывает межмолекулярное взаимодействие поверхностей, которое значительно увеличивает ее по сравнению с другими видами трения.

Также было установлено, что наименьшим коэффициентом трения покоя обладают алмазоподобные металлосодержащие углеродные покрытия.

График изменения коэффициента трения скольжения имел характерную форму для всех покрытий.

График изменения коэффициента трения скольжения во времени представлен на рис. 2.

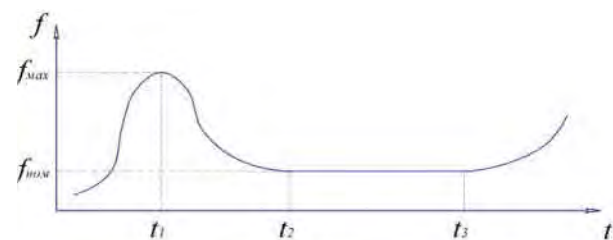


Рисунок 2. Схема изменения коэффициента трения скольжения во времени пары PVD-покрытие – сталь ШХ15 по схеме трения «палец-диск» во времени

С момента начала эксперимента происходило увеличение коэффициента трения до момента времени t_1 , когда достигалось максимальное значение $f_{\max}$. После чего наблюдалось постепенное снижение его значения до величины, которая оставалась практически неизмен-

ной длительное время и составляла $0.4-0.6 f_{\max}$. В период работы покрытия на отрезке времени t_2-t_3 наблюдался постоянный коэффициент трения скольжения, значение которого принимали за номинальное. По истечении определенного периода (правее t_3), наблюдалось увеличение значения коэффициента трения скольжения до момента разрушения покрытия.

Факт изменения коэффициента трения скольжения на начальном периоде работы можно объяснить приведением шероховатости поверхностей к оптимальному значению: в процессе приработки происходит постепенный износ (истирание) неровностей, полученных при механической обработке, с последующим образованием нового микрорельефа поверхностей трения. Данный процесс протекает в условиях повышения температуры и разрушения оксидных пленок с образованием продуктов износа, наблюдавшихся в зоне трения в определенном количестве.

Рост коэффициента трения скольжения на финальной стадии эксперимента можно объяснить нарушением целостности покрытия вследствие истирания. На данном этапе эксплуатации покрытия, площадь контакта трущихся поверхностей состоит из уменьшающейся суммы участков с вакуумно-плазменным покрытием и из постоянно увеличивающейся суммы площадей стали ШХ15 без покрытия. Т.к. коэффициент трения скольжения в паре трения «сталь ШХ15 – сталь ШХ15» несколько выше, чем в паре трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15», происходит изменение параметров процесса трения, результатом которых и стало увеличение момента трения, которое мы и наблюдали.

Коэффициенты трения скольжения без смазки для различных PVD-покрытий представлены на рис. 3.

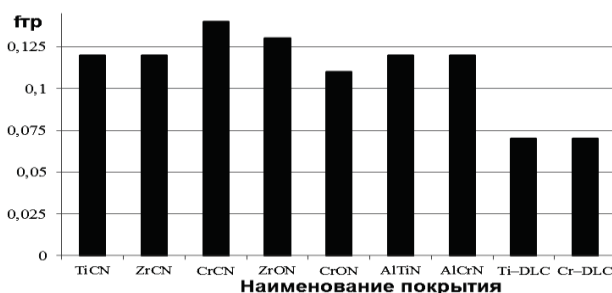


Рисунок 3. Коэффициент трения скольжения без смазки пары трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15»

В ходе эксперимента также было установлено, что время приработки пары трения «PVD-покрытие – сталь ШХ15» существенно отличается для каждого покрытия. Т.к. приработка характеризуется повышенным износом поверхностей трения, возрастанием температуры в зоне трения и образованием эксплуатационной шероховатости, которая отличается от технологической, триботехнические покрытия должны обладать наименьшим временем приработки.[2-5].

Значения времени приработки для PVD-покрытий представлены на рис. 4.

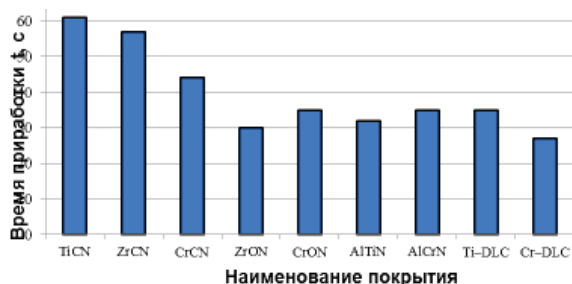


Рисунок 4. Время приработки при трении скольжения без смазки в паре трения «PVD-покрытие – сталь 30X15»

Исходя из результатов исследования, можно предположить, что время приработки вакуумно-плазменных покрытий находится в некоторой зависимости от их микротвердости. Наименьшее время приработки показали покрытия ZrON, AlTiN и Cr-DLC покрытия.

Результаты исследования износостойкости покрытий показали положительное влияние всех вакуумно-плазменных покрытий на износостойкость образцов (рис. 5).

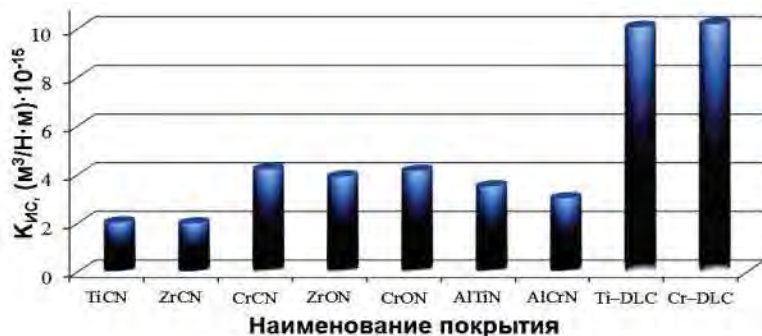


Рисунок 5. Объемный коэффициент износа PVD-покрытий при трении в паре со сталью 30X15

Анализ результатов исследования показывает, что наименьшее значение объемного износа показали карбонитриды титана и циркония, а также DLC-покрытия. Эффективность этих покрытий, по всей видимости, обусловлена электронным строением слоев.

Согласно работе [6], возникновение адгезионного взаимодействия между поверхностями трения возможно при условии образования общих связей за счет электронного обмена, приводящих к уменьшению общей энергии системы. Это является следствием увеличения локализации элементов в стабильные конфигурации и повышения доли конфигураций промежуточного спектра.

Повышение степени локализации электронов и увеличение доли стабильных конфигураций облегчается при наличии в зоне конфигураций высоких давлений. При этом доля стабильных конфигураций, образованных атомами контактирующих поверхностей, может

быть больше первоначальной одного или обоих контактирующих металлов.

В первом случае будет наблюдаться износ и перенос металла с меньшей долей локализованных электронов на поверхность металла с большим их числом, во втором – взаимный перенос с обеих поверхностей. Следует также учитывать энергетическую устойчивость конфигураций, например, в случае если локализованные электроны одного из контактирующих металлов преимущественно d10-, а второго d5-конфигураций, то в этом случае будет происходить износ первого металла с его переносом на второй, хотя число локализованных электронов у d5 больше.

Весьма важной при оценке триботехнических характеристик покрытия, по мнению авторов, является изнашивающая способность покрытий по отношению к контртелу. Несмотря на то, что исследованию этой характеристики уделяется недостаточное внимание, износ контртела, наравне с износом упрочняемого тела, оказывает существенное влияние на долговечность, вибрационную и шумовую активность узлов трения. [7-8].

По окончании эксперимента регистрировалась величина массового износа контртела (пальца), оцениваемая как изнашивающая способность PVD-покрытий по отношению к контртелу.

Наименьшую изнашивающую способность по отношению к контртелу показали DLC-покрытия и вакуумные покрытия AlCrN и AlTiN, а наибольшее значение этого показателя продемонстрировали карбонитриды титана и циркония, что можно объяснить высокой микротвердостью покрытий, продукты износа которого, присутствуя в зоне трения, приводят к выраженному абразивному действию.

Коэффициенты трения скольжения в среде жидкой смазки для различных PVD-покрытий представлены на рисунке 6.

Выводы

1. Наилучшим сочетанием свойств, таких как коэффициент трения скольжения и низкая изнашивающая способность по отношению к контртелу, при трении в паре со сталью 30X15 обладают металлосодержащие алмазоподобные покрытия.

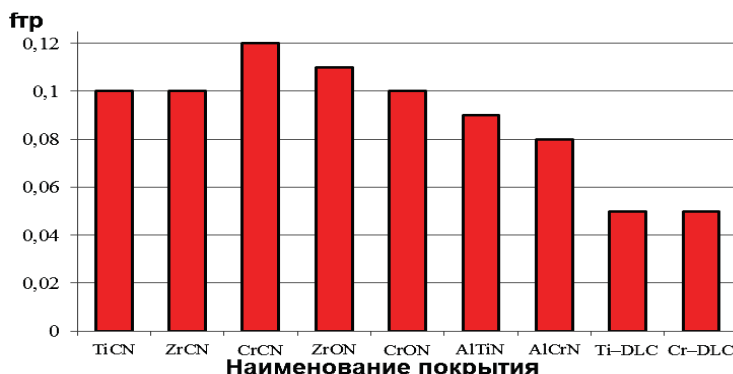


Рисунок 6. Коэффициенты трения скольжения в среде масла И40А пар трения «PVD-покрытие – сталь 30X15»

2. Покрытие $ZrCN$ наряду с высокой износостойкостью и пониженным коэффициентом трения, показало среднюю изнашивающую способность по отношению к контртелу, что позволяет рекомендовать использование данного покрытия для улучшения характеристик узлов трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толлок, В.К. Разработка и внедрение новых методов плазменной технологии высоких энергий / В.К. Толлок, В.Г. Падалка // Вестник АН УССР, 1979. – № 4. – С. 40-49.

2. Котов, С.Ю. Триботехнические характеристики одноэлементных PVD покрытий / С.Ю. Котов, Г.Я. Беляев // Трение и износ, 2013. – Т. 34. – №4. – С. 281-285.

3. Triboengineering characteristics of unicomponent PVD coatings [Электронный ресурс] / Сайт научных онлайн-публикаций LinkSpringer. – Лондон, 2009. – Режим доступа: <http://link.springer.com/article/10.3103%2FS1068366613040065>. – Дата доступа: 30.08.2014.

4. Дудник, С.Ф. Исследование характеристик трения и износа ионно-плазменных покрытий, полученных на алюминиевом сплаве / С.Ф. Дудник, А.В. Сагалович, А.П. Любченко, А.К. Олейник // Физическая инженерия поверхности, 2004. – № 1. – С. 110-114.

5. Богданович, И.И. Исследование триботехниче-

ских характеристик PVD-покрытий / Богданович И.И., С.Ю. Котов, Г.Я. Беляев // Образование и наука в XXI веке: материалы междунар. науч.-техн. конф., София, 1–2 ноября 2013 г. / «Бял ГРАД-БГ». – София, 2013. – С. 47–52.

6. Влияние износостойкости покрытий на контактное взаимодействие режущих инструментов с обрабатываемым материалом: сб. научн. трудов / В.М. Мацевитый [и др.] //– Физика износостойкости поверхности металлов: – Ленинград: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 1989. – С. 201–205.

7. Котов, С.Ю. Влияние вакуумно-плазменного упрочнения тел качения покрытием ZrN на уровень виброскорости подшипников / С.Ю. Котов, Г.Я. Беляев // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых, Могилев, 30–31 октября 2014 г. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол. : И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 42-45.

8. Котов, С.Ю. Влияние вакуумно-плазменного упрочнения тел качения покрытием ZrN на уровень шума подшипников / С.Ю. Котов, Г.Я. Беляев // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых, Могилев, 30-31 октября 2014 г. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол. : И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 46-49.

Измерители-регуляторы МТ2

Предназначены для измерения и регулирования температуры (в комплекте с датчиками температуры), а также других неэлектрических величин (давление, уровень, влажность и т.д.)



Измерители-регуляторы МТ2 являются универсальными цифровыми программируемыми микропроцессорными устройствами. Они могут быть использованы при создании систем автоматического контроля и регулирования различных параметров технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве.

Основные технические данные

Напряжение питания	230 В $\pm$ 10%, 50 Гц
Потребляемая мощность, не более	4 ВА
Масса, не более	0,4 кг
Габаритные размеры	120x96x48 мм
Входной сигнал (измерительный преобразователь)	Термопреобразователь сопротивления: ТСП50П, ТСП100П, ТСМ50М, ТСМ100М; Термопара типа: «L», «J», «K»; Унифицированный токовый сигнал: 0...5мА, 0...20мА, 4...20мА
Предел основной приведенной погрешности измерения	$\pm 0,5\%$
Закон регулирования	позиционный, ПИД

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗДАЧЕЙ ЖИДКИХ КОРМОВ НА СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

И.И. Гируцкий, докт. техн. наук, доцент, А.А. Жур, ст. преподаватель, Н.М. Матвейчук, канд. физ.-мат. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассматривается один из вопросов повышения энергоэффективности процесса раздачи жидких кормов на свиноводческих комплексах.

The article is devoted to improving energy efficiency of the liquid feed distribution process at pig complexes

Введение

Совершенствование, разработка и внедрение энергоэффективных технологий и оборудования в сельское хозяйство является важнейшим фактором повышения конкурентоспособности производимой продукции. Снижение количества потребляемой тепловой и электрической энергии может быть достигнуто за счет использования современных автоматизированных методов управления технологическими процессами, позволяющими оперативно корректировать и оптимизировать параметры и структуру алгоритма управления на основании использования информации о состоянии контролируемого биотехнического объекта в реальном масштабе времени.

Основная часть

Рассмотрим теоретические аспекты, составляющие основу интеллектуальных автоматизированных методов управления, на примере технологического процесса раздачи жидких кормов на свиноводческих комплексах.

Проектная производительность линий раздачи жидких кормов должна обеспечивать кормление расчетного откармливаемого поголовья в соответствии с технологическими требованиями [1]. Объем жидкого корма, необходимый для обеспечения кормления, можно представить в виде выражения

$$V = \sum_{i=1}^n D_i(m_i; n_i; p_i), \quad (1)$$

где $i = 1 \dots n$ – номер группового станка с животными;

D_i – объем корма в кормушку i -го станка, м^3 ;

m_i – средняя масса одного животного в i -ом станке, кг;

p_i – средний суточный привес в i -ом станке, кг;

n_i – число свиней в i -ом станке, шт.

Основным потребителем электрической энергии в технологической линии для раздачи жидких кормов является центробежный насос [2]. Суммарные энергозатраты E на раздачу корма равны

$$E = N \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где N – мощность привода насоса, Вт;

Δt – время раздачи корма, с.

В нашем случае время раздачи корма выражается через объем жидкого корма и производительность насоса:

$$\Delta t = \frac{V}{Q}, \quad (3)$$

где Q – производительность насоса, $\text{м}^3/\text{с}$.

Таким образом, время выдачи корма обратно пропорционально производительности насоса, обеспечивающего его подачу к кормушкам.

Мощность N насоса может быть рассчитана [3] по формуле

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta}, \quad (4)$$

где ρ – плотность жидкого корма, $\text{кг}/\text{м}^3$;

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

H – напор, создаваемый насосом, м;

η – КПД электродвигателя насоса.

Выражение для напора, создаваемого насосом, определяется по формуле Дарси-Вейсбаха [4] и зависит от влажности кормосмеси, диаметра кормопровода и технических характеристик самого насоса:

$$H = \lambda \cdot \frac{l}{d^5} \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2}, \quad (5)$$

где λ – безразмерный коэффициент гидравлического сопротивления;

l – длина кормопровода, м;

d – диаметр кормопровода, м.

Таким образом, выражение для мощности насоса может быть записано в виде:

$$N = 8\lambda \cdot \frac{\rho}{\eta} \cdot \frac{l \cdot Q^3}{d^5 \cdot \pi^2}. \quad (6)$$

Подставив выражения (3) и (6) в формулу (2), можно определить суммарные энергозатраты на вы-

дачу запланированного объема жидкого корма в групповые кормушки

$$E = 8\lambda \cdot \frac{\rho}{\eta} \cdot \frac{l \cdot Q^2 \cdot V}{d^5 \cdot \pi^2} \quad (7)$$

Как видно из выражения (7), затраты энергоресурсов находятся в квадратичной зависимости от производительности насоса, что указывает на возможность их значительного снижения при раздаче корма путем уменьшения производительности насоса с учетом введения ограничения на время раздачи, которое не должно превышать проектное. Технологический процесс раздачи всего объема жидкого корма за цикл кормления обычно осуществляется с производительностью Q_1 и за время t_1 , определенной проектом и обеспеченной установленным оборудованием. Кроме того, t_1 часто меньше максимально допустимого времени на одно кормление, предусмотренного технологическими требованиями. Таким образом, уменьшение производительности линии раздачи кормов до величины Q_2 , при условии обеспечения раздачи необходимого количества корма V за время $t_2 \leq t_{\max}$, позволяет обеспечить снижение энергозатрат.

Сравним два возможных варианта реализации раздачи текущего объема жидкого корма $V < V_{np}$.

В первом случае при раздаче жидкого корма с проектной производительности Q_{np} затраты энергии составят

$$E_1 = 8\lambda \cdot \frac{\rho}{\eta} \cdot \frac{l \cdot Q_{np}^2 \cdot V}{d^5 \cdot \pi^2} \quad (8)$$

Во втором случае, при уменьшении производительности до значения, обеспечивающего выдачу необходимого количества корма за проектный промежуток времени, соотношение проектных и реальных показателей можно записать в виде

$$Q = (V/V_{np}) Q_{np} \quad (9)$$

Тогда

$$E_2 = 8\lambda \cdot \frac{\rho}{\eta} \cdot \frac{l \cdot Q_{np}^2 \cdot V^3}{d^5 \cdot \pi^2 \cdot V_{np}^2} \quad (10)$$

Получаем следующее отношение затрат энергии:

$$E_1/E_2 = (V_{np}/V)^2, \quad (11)$$

т.е. снижение производительности в соответствии с формулой (9) позволяет достичь существенного уменьшения затрат энергии без нарушения технологических требований к времени кормления животных.

Одним из технических путей реализации предлагаемого метода снижения энергетических затрат является применение частотно-регулируемого электропривода питающего насоса, обеспечивающего переменную производительность линии в соответствии с технологическим регламентом [2].

Зависимость напора, создаваемого насосом, от частоты вращения вала

$$H = A \cdot n^2 - B \cdot n = H_T + R_T \cdot Q^2, \quad (12)$$

где A, B – коэффициенты, зависящие от геометрии насоса;

n – частота вращения вала насоса, об/мин.;

H_T – высота подъема жидкого корма, м;

R_T – гидравлическая постоянная кормопровода.

При условии, что затраты на подъем жидкого корма при раздаче незначительны, выражение (12) можно представить в виде

$$A \cdot n^2 - B \cdot n - R_T \cdot Q^2 = 0; \quad (13)$$

откуда выражение для частоты вращения вала насоса примет вид

$$n = \frac{B \pm (B^2 + 4 \cdot A \cdot R_T \cdot Q^2)^{0.5}}{2 \cdot A} \quad (14)$$

Поскольку значение частоты вращения вала не может принимать отрицательные значения, получаем:

$$n = \frac{B + (B^2 + 4 \cdot A \cdot R_T \cdot Q^2)^{0.5}}{2 \cdot A}, \quad (15)$$

т.е. расчетная производительность оборудования (9) будет получена.

Представленные математические выражения легли в основу алгоритма интеллектуального управления линией раздачи жидких кормов (рис. 1), входящей в автоматизированную систему управления линией по откорму свиней [5].



Рисунок 1. Блок-схема фрагмента алгоритма реализации энергосберегающей автоматизированной системы раздачи жидких кормов

Данный алгоритм реализован в автоматизированной системе для откорма свиней [5]. Основным элементом автоматизированной системы управления линией по откорму свиней является компьютер управления с прикладным программным обеспечением ведения базы данных по животным и расчета плановых доз кормления. Входы компьютера управления соединены с датчиками, а выходы с электроприводом линии раздачи жидких кормов. Использование компьютера управления позволяет выдавать необходимые дозы корма животным и управлять электроприводом исполнительного механизма раздачи жидких кормов с возможностью регулирования частоты вращения. Расчет минимальной производительности линии раздачи кормов производится в дополнительном модуле компьютера управления. Входы дополнительного модуля соединены с датчиками наличия корма в кормушках и выходами модуля расчета плановых доз кормления, а его выход соединен с входом управления частотой вращения электропривода линии раздачи жидкого корма животным.

Особенно актуальным является использование интеллектуального управления в условиях круглосуточного многоразового кормления свиней (при реализации технологии «кормления вволю»). При данной технологии наблюдается до 14-кратного кормления животных за сутки со значительными отклонениями в объемах раздаваемого корма. Для количественной оценки реального энергосбережения при использовании интеллектуального управления линией раздачи жидких кормов был проведен мониторинг раздачи кормов свиньям в условиях участка откорма свиного комплекса «Восходящая Заря» Брестской области. Экспериментальные данные по необходимым объемам замеса корма и времени работы оборудования для приготовления и раздачи жидкого корма в цехе откорма свиного комплекса за 1 день кормления представлены в табл. 1.

По принятой технологии на одно кормление допускается время до 1800 с. Поскольку во всех контрольных замерах время было значительно меньше, получаем, что можно уменьшить производительность, соответственно увеличив время кормления и доведя его до 1800 с. Как показывают расчеты, в рассмотренных опытах в среднем можно снизить производительность на 34 %, что позволит сэкономить в среднем до 56 % электроэнергии. Таким образом, в силу значительных колебаний в объемах потребляе-

мого корма, имеется возможность снижения производительности оборудования и соответствующего снижения затрат электроэнергии.

Заключение

В работе предложен способ снижения затрат электроэнергии на привод насоса для раздачи жидких кормов путем уменьшения частоты вращения электропривода, что приводит к снижению производительности оборудования при сохранении постоянным суммарного времени раздачи жидких кормов свиньям. Использование данного способа позволяет выбирать минимальную производительность оборудования линии раздачи жидких кормов на основании данных, получаемых с модуля расчета доз кормления и сигналов с датчиков наличия корма в кормушках. Выбор минимальной производительности оборудования раздачи жидкого корма, позволяет экономить от 30 до 80 % затрат электроэнергии. Программно-техническое решение защищено патентом [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гируцкий, И.И. Поточно-механизированные линии с микропроцессорным управлением для откорма свиней: автореф. ... дис. докт. техн. наук: 052001 / И.И. Гируцкий; Москва, ФГОУ ВПО «МГАУ». – М., 2008. – 36 с.
2. Боченков, Д.А. Энергосберегающее регулирование режима работы главных водоотливных установок шахт и рудников средствами электропривода: автореф. ... дис. канд. техн. наук / Д.А. Боченков. – Новочеркасск, 2010. – 19 с.
3. Остренко, С.А. Гидравлика, гидропривод, гидравлические и пневматические системы / С.А. Остренко [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: http://abc.vvsu.ru/Books/l_gidrosys/page0001.asp/. – Дата доступа: 10.03.2014.
4. Грек, Ф. З. Расчет сопротивления движению гидросмесей по трубопроводу / Ф.З. Грек, В.С. Захаревич // Механизация и Электрификация сельского хозяйства, 1987. – № 2. – С. 43-44.
5. Автоматизированная система для откорма свиней: пат. 7909 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) А 01К 1/02 / И.И. Гируцкий, А.А. Жур, С.В. Крылов, В.Ф. Марышев.

Таблица 1. Исходные данные и расчетные значения

Номер кормления	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Среднее значение
Объем корма V , кг	1177	1441	2090	1650	979	913	1793	1851	1958	
Время кормления t , сек	950	1010	1477	1220	840	806	1267	1344	1404	
Производительность $Q = \frac{V}{t}$, кг/с	1,239	1,427	1,415	1,352	1,165	1,133	1,415	1,377	1,395	1,335
Минимальная производительность $Q_{\min} = \frac{V}{1800}$, кг/с	0,654	0,801	1,161	0,917	0,544	0,507	0,996	1,028	1,088	0,88
Снижение производительности, %	47,2	43,9	18	32	53,3	55	29,6	25,4	22	34,1
Экономия электроэнергии, %	72,1	68,5	32,7	54,1	78,2	79,9	50,5	44,2	39,2	55,9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА КР-3 В III ПЕРИОДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА МЯСО

В.А. Люндышев, канд. с.-х. наук, доцент (БГАТУ); В.Ф. Радчиков, докт. с.-х. наук, профессор, В.К. Гурин, канд. биол. наук, доцент, В.П. Цай, канд. с.-х. наук, доцент (РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»)

Аннотация

Скармливание молодняку крупного рогатого скота в III периоде выращивания на мясо органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-3 способствует повышению среднесуточных приростов бычков и снижению затрат кормов.

Feeding young cattle in the third period of growing for organic meat microelement complex (OMEK) as part of feed KR-3 contributes to the average daily gain of calves and lower feed costs.

Введение

Многочисленными исследованиями доказано, что только комплексные добавки минеральных веществ и витаминов в рационы животных, с учетом содержания их в кормах и норм потребности, обладают высокой биологической и экономической эффективностью. Действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, биологически активные вещества способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в вещества тела и продукцию. В результате более эффективного использования питательных веществ рациона, производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [1, 2].

С ростом продуктивности в организме животных происходит интенсификация обменных процессов, на которые большое влияние оказывают микроэлементы, так как являются активными их участниками.

Комплекс ОМЭК стимулирует иммунную защиту организма животного против вирусов и других патогенных агентов, является мощным канцеростатическим агентом, обладающим широким спектром воздействий на организм животного, и, как следствие, на наше здоровье [2, 3].

Основная часть

Целью работы являлось изучение эффективности использования органического микроэлементного комплекса в составе комбикорма КР-3 для молодняку крупного рогатого скота при выращивании на мясо.

ОМЭК – это комплекс органических соединений элементов для современных рецептур премиксов и комбикормов.

Минимальное содержание микроэлементов в 1 т кормовых добавок ОМЭК:

железа – 108 г; марганца – 105 г; цинка – 118 г; меди – 115 г; кобальта – 110 г.

В задачи исследований входило: изучить влияние органического микроэлементного комплекса на поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, уровень естественной резистентности, минеральный состав крови, определить влияние добавки на энергию роста молодняку крупного рогатого скота, а также дать зоотехническую и экономическую оценку целесообразности использования органического микроэлементного комплекса при выращивании бычков на мясо.

Для осуществления поставленной цели в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области был отобран клинически здоровый молодняку крупного рогатого скота с учетом его живой массы, возраста, упитанности и идентичной интенсивности роста телят.

В научно-хозяйственном опыте бычки контрольной группы получали комбикорм КР-3 с премиксом стандартной рецептуры, зеленую массу из злаково-бобовой смеси, сенаж разнотравный. Бычки опытной группы получали комбикорм КР-3 с включением премикса с кормовой добавкой ОМЭК. Продолжительность опыта составила 94 дня. Для исследований были отобраны бычки живой массой 175,0-176,0 кг. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Живая масса в начале опыта, кг	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
контрольная	17	175,0	94	Основной рацион (ОР): комбикорм КР-3, зеленая масса из злаково-бобовой смеси, сенаж разнотравный
опытная	17	176,0	94	ОР+ комбикорм КР-3 с включением премикса с кормовой добавкой ОМЭК

Изучение поедаемости кормов бычками в научно-хозяйственном опыте показало, что включение в состав комбикорма КР-3 органического микроэлементного комплекса оказало положительное влияние на потребление кормов (табл. 2).

Таблица 2. Состав и питательность рационов животных

Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II
Комбикорм КР-3, кг	2,5	2,5
Зеленая масса из злаково-бобовой смеси, кг	6,0	6,4
Сенаж разнотравный	6,0	6,2
В рационе содержится:		
кормовых единиц	5,1	5,3
обменной энергии, МДж	43,0	46,0
сухого вещества, кг	5,4	5,5
сырого протеина, г	870	886
переваримого протеина, г	565	588
сырого жира, г	215	218
сырой клетчатки, г	1135	1141
крахмала, г	735	740
сахара, г	510	516
кальция, г	41	43
фосфора, г	26	28
магния, г	12	12,8
калия, г	48	54
серы, г	21	23,4
железа, мг	325	299
меди, мг	45	26,9
цинка, мг	245	200,9
марганца, мг	215	161,3
кобальта, мг	3,2	2,8
йода, мг	1,6	1,7
каротина, мг	135	145
витаминов: D, тыс.МЕ	3,0	3,1
E, мг	185	190

Из представленных данных видно, что комбикорма в структуре рационов занимали 47-49 %, трава из злаково-бобовой смеси – 20-23 %, сенаж разнотравный – 30-31 % по питательности. Содержание обменной энергии в расчете на 1 кг сухого вещества рациона составило в контрольной группе – 8,0 МДж, а в опытной – 8,4 МДж.

В расчете на 1 к. ед. в контрольной группе приходилось 110 г переваримого протеина, а в опытной – 111 г. Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества рациона составило в контрольном варианте – 0,9 к. ед., а в опытном – 1,0 к. ед., сырого протеина, соответственно, 160 и 161 г. Концентрация клетчатки в сухом веществе рациона находилась в контрольном варианте на уровне – 21,0 %, а в опытном – 20,7 %.

Содержание крахмала+сахар в сухом веществе рациона в контрольной группе составило 23 %, а в опытной – 22,8 %.

Количество крахмала+сахар по отношению к сырому протеину в рационе молодняка обеих групп находилось на уровне – 1,4. Отношение крахмала к сахару составило в рационах животных – 1,4:1, сахара

к протеину – 0,88-0,90:1, кальция к фосфору – 1,5-1,6:1, что соответствует норме.

Использование в составе комбикорма КР-3 органического микроэлементного комплекса оказало положительное влияние на живую массу и среднесуточные приросты молодняка крупного рогатого скота (табл. 3).

Таблица 3 Живая масса и среднесуточные приросты

Показатель	Группа	
	I контрольная	II опытная
Живая масса, кг		
в начале опыта	175,0±6,5	176,0±5,5
за 1-й месяц	199,5±7,1	202,7±8,0
Прирост живой массы за 1-й месяц (30 дней)		
валовой, кг	24,5±6,1	26,7±8,0
среднесуточный прирост, г	816±7,4	890±6,4*
% к контролю	100,0	109,3
Живая масса, кг		
за 2-й месяц	226,2±5,2	232,1±6,6
Прирост живой массы за 2-й месяц (32 дня)		
валовой, кг	26,7±4,9	29,4±7,1
среднесуточный прирост, г	834±5,6	919±6,0*
% к контролю	100,0	110,0
Живая масса за 3-й месяц, кг	252,8±4,8	261,3±5,6
Прирост живой массы за 3-й месяц (32 дня)		
валовой, кг	26,6±6,2	29,2±7,2
среднесуточный прирост, г	831±5,8	913±7,0*
% к контролю	100,0	110,0
Живая масса в конце опыта, кг	252,8±5,9	261,3±7,1
Прирост живой массы		
валовой, кг	77,8±6,1	85,3±4,8
среднесуточный прирост, г	828±5,0	907±6,1*
% к контролю	100,0	109,5

Примечание - *P<0,05

В результате исследований установлено, что среднесуточные приросты бычков II опытной группы повышались на 9,5 %.

Расчеты экономической эффективности скормливания комбикорма КР-3 с ОМЭК приведены в табл. 4.

Данные экономической эффективности свидетельствуют о том, что при использовании в составе комбикорма КР-3 премикса с ОМЭК молодняку крупного рогатого скота (группа II) стоимость кормов на 1 кг прироста на голову снизилась с 5,3 тыс. руб. до 4,8 тыс. руб. или на 9 %, а затраты кормов – на 6,5 %. Себестоимость валового прироста в расчете на 1 голову повысилась с 628,5 тыс. руб. (в контрольной группе) до 636,3 тыс. руб. (в опытной) на 1,2 %. Однако в результате более высокого валового прироста живой массы у бычков опытной группы (85,3 кг против 77,8 кг) себестоимость продукции снизилась с 8,1 тыс. руб. до 7,5 тыс. руб. или на 7 %. В расчете на 1 голову в опытной группе получено прибыли 177,7 тыс. руб. за счет более интенсивного роста животных. От всего поголовья молодняка крупного рогатого скота (17 голов) получено дополнительной прибыли в размере 3020,9 тыс. рублей.

Таблица 4. Экономическая эффективность использования кормовой добавки ОМЭК в составе комбикорма КР-3

Показатель	Группа	
	I	II
Количество животных, голов	17	17
Продолжительность опыта, дней	94	94
Затрачено кормов за период опыта, к. ед.	479,4	498,2
Стоимость кормов за период опыта на голову, тыс. руб.	408,5	413,6
в т. ч. премикса ПКР-2 стандарт, тыс. руб.	10,730	-
премикса ПКР-2 с ОМЭК, тыс. руб.	-	13,287
Себестоимость 1 к. ед., тыс. руб.	0,85	0,83
Стоимость кормов на 1 кг прироста в расчете на одну голову, тыс. руб.	5,3	4,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	6,2	5,8
Прирост живой массы на голову за период опыта, кг	77,8	85,3
Себестоимость 1 кг прироста (корма 65 % в структуре себестоимости), тыс. руб.	8,1	7,5
Себестоимость валового прироста в расчете на одну голову, (корма 65 % в структуре себестоимости), тыс. руб.	628,5	636,3
Закупочная цена 1 кг живой массы, тыс. руб.	23,7	23,7
Стоимость прироста по закупочным ценам, тыс. руб.	1843,9	2021,6
Прибыль за всю продукцию в расчете на голову, тыс. руб.	-	177,7
Получено дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости прироста всего поголовья, тыс. руб.	-	3020,9
<i>*Примечание – расценки взяты по состоянию цен на 01.09.13 г. с учетом стоимости премикса с ОМЭК</i>		

Заключение

1. Скармливание органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-3 в количестве 10 % от существующих норм содержания микроэлементов в типовых рецептурах при выращивании молодняка крупного рогатого скота на мясо оказывает положительное влияние на поедаемость кормов и продуктивность животных.

2. Включение ОМЭК в состав комбикорма КР-3 повышает среднесуточные приросты животных на 9,5 % ($P < 0,05$) при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 6,5 %.

3. Применение органического микроэлементного комплекса позволяет снизить себестоимость прироста на 7,5 % и получить дополнительную прибыль в размере 177,7 тыс. рублей на голову за период опыта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы кормления крупного рогатого скота: справоч. / Н.А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.

2. Казаровец, Н.В. Сбалансированное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н.В. Казаровец, В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков; под. общ. ред. В.А. Люндышева. – Минск: БГАТУ, 2012. – 280 с.

3. Холод, В.М. Клиническая биохимия / В.М. Холод, А.П. Курдеко. – Витебск, 2005. – Ч. 1. – 188 с.

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

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

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на второе полугодие 2014 года: для индивидуальных подписчиков - 106 650 руб., ведомственная подписка - 148 818 руб.

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ РАБОЧЕГО РАСТВОРА ПЕСТИЦИДОВ В ПОДВИЖНОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

О.В. Гордеенко, канд. техн. наук, доцент (БГСХА); И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, Т.П. Кот, канд. техн. наук, доцент, Д.Р. Мальцев, студент (БГАТУ); Э. Каминский, докт. техн. наук, профессор, В. Романюк, докт. с.-х. наук, профессор (Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Республика Польша)

Аннотация

В статье исследованы закономерности движения капли рабочего раствора пестицида в подвижной сопротивляющейся среде, на основании которых получены зависимости для определения скорости и координат ее положения в заданный момент времени, что позволит установить величину потерь пестицидов из-за сноса при обработках в ветреную погоду.

The article investigates the motion laws of the working solution drop in the mobile pesticide resistant medium to determine the dependences of velocity and coordinates of its position at a given time, which will set the amount of pesticides loss due to the demolition of the treatments in windy conditions.

Введение

Эффективность опрыскивания рабочим раствором пестицидов при проведении операций химической защиты растений, наряду с другими показателями, определяется равномерностью распределения препарата и густотой покрытия обрабатываемой поверхности, которые определяются размерами капель и закономерностями их падения до полного осадения на объекте обработки. Нанесение рабочего раствора пестицидов на объект обработки неизбежно сопровождается потерями. К ним относятся испарение и снос мелких капель жидкости ветром за пределы рабочей зоны опрыскивания, неравномерное распределение и плохая удерживаемость крупных капель на объекте обработки.

Механизм осадения капель рабочего раствора пестицидов на обрабатываемой поверхности сложен и многообразен. Капля, оторвавшись от выброшенной из сопла распылителя струи жидкости, обладая запасом кинетической энергии, замедленно движется под действием движущей силы (силы тяжести) и силы сопротивления среды. Спустя некоторое время, когда эти силы взаимно уравниваются, она достигает конечной скорости, и движется по определенной траектории, параметры которой определяются начальными условиями истечения жидкости из сопла и состоянием окружающей среды [1]. При обработках в ветреную погоду на протяжении всего процесса падения (с момента вылета из сопла и до оседания на обрабатываемой поверхности), капля подвержена воздействию направленного воздушного потока – ветра. Если скорость ветра существенно превосходит скорость падения капли, то она сносится воздушным потоком и не попадает на объект обработки. Это, с одной стороны, приводит к снижению качества выполняемого техно-

логического процесса, а с другой – к загрязнению среды обитания людей, животных и растений.

Определение закономерностей движения капель в направленном воздушном потоке является важной задачей при исследовании процесса сноса препарата ветром из зоны обработки и проектировании ветрозащитных устройств.

Основная часть

Для изучения закономерностей движения капель в подвижной воздушной среде примем следующие допущения: расчетная форма капли в виде шара, она не меняет свою массу и форму на протяжении всей траектории движения, силы сопротивления ее полету пропорциональны квадрату скорости и величина скорости подвижного воздушного потока на протяжении всего движения капли постоянна и не меняет своего направления.

Капля жидкости M массой m_k выброшена из сопла распылителя со скоростью g_{k0} под углом γ_0 к вертикали в подвижную среду, движущуюся со скоростью $u = \text{const}$, вектор которой образует с вертикалью угол 90° (рис. 1). Капля совершает дальнейшее движение под действием сил тяжести G_k , лобового сопротивления воздуха F_c и воздействия направленного воздушного потока F . Сила лобового сопротивления направлена по касательной к траектории полета в сторону, противоположную направлению движения, и является заданной функцией скорости капли g_k

$$F_c = -\lambda \cdot g_k^2,$$

где λ – приведенный коэффициент сопротивления, кг/м.

Сила тяжести, действующая на каплю, определяется по формуле



Белорусский государственный аграрный технический университет



К 60-летию образования



Ректор университета,
доктор технических наук,
профессор
ШИЛО

Иван Николаевич

Основные направления деятельности университета возглавляют:

- первый проректор – кандидат технических наук, доцент
Романюк Николай Николаевич;

- проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ БГАТУ – доктор технических наук, доцент
Прищепов Михаил Александрович;

- директор Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК – доктор экономических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Яковчик Николай Степанович;**

- проректор по учебной работе и производству – кандидат технических наук, доцент **Мучинский Александр Владимирович;**

- проректор по административно-хозяйственной работе – **Морозов Сергей Александрович**

Белорусский государственный аграрный технический университет – один из ведущих образовательных и научных центров Беларуси. За годы своей работы университет подготовил более 46 тысяч специалистов, которые работают в различных должностях на предприятиях агропромышленного комплекса и в других отраслях народного хозяйства. Многие из них стали руководителями сельскохозяйственных предприятий и организаций, занимают высокие государственные посты. Ряд выпускников стали крупными учеными, трудятся на преподавательской работе в учреждениях высшего образования.

2014 год для нас юбилейный: университету исполняется 60 лет.

Визитной карточкой университета является его студенческий городок, в летнюю пору утопающий в зелени и цветах, компактный, удобный для обучения и проживания, в котором шесть учебных корпусов, библиотека, ряд спортивных залов, стадион, столовая, семь общежитий.

Сегодня в университете на восьми факультетах обучается более 9 тысяч студентов. В БГАТУ действует система непрерывного интегрированного профессионального образования. Образовательный процесс ведется по 12 специальностям высшего образования, 6 направлениям подготовки магистрантов. Послевузовское образование осуществляется в аспирантуре по 14 и докторантуре по 6 научным специальностям.

В составе университета функционирует Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК. За последние годы в структуре университета созданы Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (НИИМЭСХ БГАТУ) и ряд учебно-научно-исследовательских центров по основным направлениям деятельности.

В университете 42 кафедры и 42 их филиала, созданных на производстве и в научно-исследовательских институтах, на которых работает более 500 человек профессорско-преподавательского состава, в том числе 5 академиков и членов-корреспондентов НАН Беларуси, 49 докторов наук и профессоров, 234 кандидата наук, доцента. С 2009 г. ведется подготовка инженерных кадров на базе Буда-Кошелевского филиала университета.

Университет активно сотрудничает в области науки и образования более чем с 60 ведущими учебными и исследовательскими организациями Европы, Азии и стран СНГ. На сегодняшний день в вузе обучаются более 150 иностранных граждан из России, Украины, Туркменистана, Азербайджана, Ирака, Казахстана, Китая, Норвегии, Ливана, Нигерии, Сирии, Эфиопии. Мы планируем укреплять и в дальнейшем развивать наше международное сотрудничество и контакты.

Наш девиз: «БГАТУ – инновации, качество, перспектива!», и мы делаем все, чтобы выпускники университета были высококвалифицированными специалистами, а экономика АПК и наша страна – процветающими.

БГАТУ сегодня входит в элиту научно-образовательных центров страны и вносит свой весомый вклад в обеспечение экономической и интеллектуальной безопасности государства.

Мы с гордостью говорим о том, что в 2013 году наш университет удостоен Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества 2012 года.

30 апреля 2013 года университет посетил Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко.

Президенту доложили о состоянии и перспективах развития университета, ознакомились с материально-технической базой. Александр Григорьевич Лукашенко более 3 часов общался со студентами и преподавателями вуза, ответил на все интересующие их вопросы.





К 60-летию БГАТУ



**Добро пожаловать в
Белорусский государственный аграрный
технический университет!**

В настоящее время в БГАТУ осуществляется подготовка кадров по 12 специальностям на первой ступени высшего образования:

1-74 06 01 – Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства;

1-74 06 02 – Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

1-36 12 01 – Проектирование и производство сельскохозяйственной техники;

1-74 06 03 – Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве;

1-74 06 05 01 – Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика);

1-74 06 05 02 – Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (теплоэлектроэнергетика);

1-53 01 01 – Автоматизация технологических процессов и производств;

1-74 06 06 – Материально-техническое обеспечение АПК;

1-74 06 07 – Управление охраной труда в сельском хозяйстве;

1-26 02 02 – Менеджмент (информационный);

1-54 01 01 – Метрология, стандартизация и сертификация (аграрно-промышленный комплекс);

1-74 01 01 – Экономика и организация производства в отраслях АПК.

По 6 специальностям на второй ступени высшего образования (магистратура):

1-25 80 04 – Экономика и управление народным хозяйством;

1-74 80 05 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства;

1-74 80 06 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве;

1-74 80 07 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве;

1-74 80 08 – Технологии продовольственных продуктов;

1-59 80 01 – Охрана труда.



Университет расположен в 8 учебных корпусах. Для организации учебных практик имеется 6 мастерских: слесарная, станочная, электрогазосварочная, термическая, электроаппаратуры, по ремонту сельскохозяйственной техники. Практическая подготовка студентов, повышение квалификации и переподготовка инженерно-технических кадров АПК и преподавателей агроинженерного профиля проходит также в Республиканском учебно-производственном центре практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин и в 42 филиалах кафедр, которые созданы в научно-практических

центрах Национальной академии наук Беларуси, НИИ, передовых сельскохозяйственных организациях и предприятиях промышленности. На РУП «МТЗ» находится кафедра «Белагротрактор».

В спортивном корпусе в распоряжении студентов и сотрудников 2 игровых и 6 специализированных залов для занятий различными видами спорта. Особая гордость вуза – стадион с трибунами на 1000 мест и искусственным покрытием с 4



беговыми дорожками, прыжковой ямой, баскетбольной и волейбольной площадками. Спортивные комнаты, оснащенные необходимым спортивным инвентарем, функционируют в каждом общежитии, где студенты занимаются общефизической подготовкой. В общежитиях оборудованы тренажерные залы.

При университете работает столовая на 550 посадочных мест, медпункт, аптека, стоматологический кабинет.

Потребности университета в научно-методическом обеспечении выполняет издательско-полиграфический центр. Наличие полиграфической базы позволяет оперативно обеспечивать образовательный процесс необходимыми материалами: рекомендациями и указаниями по выполнению лабораторных и практических работ, курсового и дипломного проектирования, учебно-методическими комплексами по дисциплинам, а также авторскими лекциями и другой практико-ориентированной учебной литературой.

Информационное обеспечение в университете осуществляет библиотека, фонд которой насчитывает более 500 000 экземпляров, где представлена учебная, учебно-методическая, научная и художественная литература, нормативно-правовые и справочно-информационные издания, авторефераты и диссертации, отчеты о научно-исследовательской работе, периодические и другие виды изданий. Постоянно пополняется фонд электронной библиотеки.

Шесть отраслевых читальных залов библиотеки – это комфортные условия для самостоятельной работы и обучения. Функционирует зал электронных документов. Пользователям предоставлен доступ к полнотекстовым и библиографическим базам данных, электронному каталогу, Интернет ресурсам. Современные компьютерные технологии позволили автоматизировать все процессы в библиотеке.

Библиотека располагает современным техническим оснащением, которое включает парк из почти сотни персональных компьютеров (из них 50 – для работы пользователей), а также все необходимое копировальное и множительное оборудование.

Большое внимание уделяется созданию и развитию единой информационно-телекоммуникационной среды университета для поддержки образовательной, научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности.

В университете создана конвергентная защищенная компьютерная сеть, к которой подключена большая часть



К 60-летию БГАТУ



парка персональных компьютеров и компьютеризированных устройств. В сети реализовано взаимодействие пользователей на уровне совместной работы с файлами.

Сотрудники университета имеют возможность пользоваться электронной почтой. Обеспечен доступ к ресурсам сети Интернет. Внедрены и широко используются различные информационно-поисковые системы, библиотечный комплекс MarcSQL. Внедряется система электронного документооборота. На основе современных технологий создан сайт БГАТУ, позволяющий оперативно размещать на нем информацию о деятельности университета и его подразделений.

Университет сегодня – ведущее учреждение образования в отрасли, сохраняющее лучшие традиции и опыт высшей школы национальной и мировой системы образования, открытое для разработки и внедрения инновационных, наукоемких технологий, ориентированное на накопление, сохранение, приумножение и распространение интеллектуальных, научных, нравственных и культурных ценностей, способствующих удовлетворению потребностей личности и общества, достижению качества во всех сферах деятельности.



За последние годы в структуре университета созданы Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (НИИМЭСХ БГАТУ) и ряд учебно-научно-исследовательских центров по основным направлениям деятельности.

Основные направления научных исследований:

разработка технологий упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники;

обоснование параметров и разработка технических средств для почвообработки и ухода за посевами сельскохозяйственных культур;

обоснование параметров и разработка технических средств для кормопроизводства и кормоприготовления;

разработка современных методов и средств технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования;

разработка методов и технических средств автоматизированного управления технологическими процессами производства сельскохозяйственной продукции;

разработка энергосберегающих электротехнологий и оборудования;

прикладные информационные технологии в АПК;

обоснование и разработка стратегии инновационного обеспечения роста конкурентоспособности продукции АПК.

По приоритетным направлениям развития аграрной науки в университете работают более 20 научных школ. Их возглавляют академики и члены-корреспонденты НАН Беларуси, доктора наук и другие ведущие ученые.

В 2011 г. БГАТУ был аккредитован Государственным комитетом по науке и технологиям и Национальной академией наук Беларуси в качестве научной организации. Лучшие научные разработки ученых университета отмечены на

государственном уровне. В 2008 году за работу «Инновационные основы повышения эффективности овощеводства» члену-корреспонденту НАН Беларуси, доктору экономических наук, профессору Г.И. Ганушу и доктору сельскохозяйственных наук, профессору А.А. Аутко присуждена премия НАН Беларуси, в 2009 году за создание зерноуборочных комбайнов семейства «Полесье» доктору технических наук, профессору И.Н. Шило – Государственная премия Республики Беларусь.

Научную деятельность в университете осуществляют Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства БГАТУ, 42 кафедры, более 20 филиалов кафедр и совместных научно-исследовательских лабораторий (НИЛ) на производстве и в НИИ, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, Республиканский учебно-производственный центр практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин, научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники», 14 хозрасчетных НИЛ и 4 студенческих НИЛ.

Научные исследования, проводимые в БГАТУ, соответствуют приоритетным направлениям научной и научно-технической деятельности Республики Беларусь. В настоящее время ученые БГАТУ осуществляют научно-исследовательские работы по заданиям 9 государственных научно-технических и 2 региональных программ, таких как ГПНИ «Инновационные биотехнологии», ГПНИ «Композиционные материалы», ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», ГНТП «Агропромышленный комплекс – устойчивое развитие», ГНТП «Новые материалы и технологии-2015», ГНТП «Машиностроение», РНТП «Развитие Минской области на 2011-2015 годы», РНТП «Инновационное развитие Брестской области 2011-2015 гг.», ОНТП «Импортозамещающая продукция», а также по заданиям БРФФИ и Инновационного фонда Белгоспищепрома и др.

Разработки ученых БГАТУ передаются предприятиям страны для организации производства. Только в 2013 году результаты выполнения НИР внедрены на 22 предприятиях Республики Беларусь.

Университет постоянно участвует в выставках, проводимых в Республике Беларусь, в том числе и международных.



Подготовка специалистов высшей квалификации в аспирантуре осуществляется с отрывом и без отрыва от производства по 14 специальностям:

05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства;

05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве;

05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве;

05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в сельском хозяйстве);



К 60-летию БГАТУ



- 05.05.03 – колесные и гусеничные машины;
05.18.12 – процессы и аппараты пищевых производств;
05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии;
05.26.01 – охрана труда (сельское хозяйство и перерабатывающая промышленность агропромышленного комплекса);
08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством;
01.04.02 – теоретическая физика;
01.04.07 – физика конденсированного состояния;
03.00.04 – биохимия;
13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования);
06.01.04 – агрохимия.

Обучение докторантов ведется по 6 специальностям:

- 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»;
05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»;
05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»;
05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (в сельском хозяйстве);
08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством»;
05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

С 1998 года в университете действуют два специализированных Совета по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по 5 специальностям:

Д 05.31.01 по специальностям:

- 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»;
05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

05.14.08 – «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»;

Д 05.31.02 по специальностям:

- 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»;
05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».

Более 50 % ученых, осуществляющих научное руководство аспирантами и соискателями, – доктора наук, члены-корреспонденты и академики.

Темы научно-исследовательской работы аспирантов, докторантов и соискателей соответствуют приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь, утвержденным Указом Президента и постановлением Совета Министров Республики Беларусь.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса является многофункциональным структурным подразделением университета и решает задачи обеспечения непрерывности обучения кадров АПК в течение всего периода их трудовой деятельности в соответствии с потребностями рынка трудовых ресурсов агропромышленного комплекса, повышения профессиональных компетенций руководящих работников и специалистов по трем образовательным программам дополнительного образования взрослых.

Ежегодно в ИПК и ПК АПК по всем формам обучения повышают квалификацию и проходят переподготовку более 4 тысяч слушателей.

Институт осуществляет:

1. Переподготовку руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование по специальностям:

Управление организациями и подразделениями АПК с присвоением квалификации «Специалист по управлению» (для лиц, состоящих в резерве кадров руководителей организаций АПК); перспективный резерв кадров руководителей организа-

ций АПК (из числа студентов старших курсов).

Педагогическая деятельность специалистов с присвоением квалификации «Преподаватель» в соответствии с квалификацией по основному образованию для преподавателей аграрных учреждений образования;

Экономика и управление на предприятии агропромышленного комплекса с присвоением квалификации «Экономист»;

Охрана труда в сельском хозяйстве с присвоением квалификации «Специалист по охране труда».

2. Повышение квалификации руководящих работников и специалистов обл и райсельхозпродов, сервисных, сельскохозяйственных организаций и перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса, ориентированной на инновационное развитие отрасли.

3. Стажировку руководящих работников и специалистов АПК.

Образовательный процесс в ИПК и ПК АПК обеспечивает высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав Института, кафедр БГАТУ, а также приглашаются ведущие научные сотрудники НПЦ, руководители и специалисты министерств, ведомств, лучших сельскохозяйственных организаций республики и предприятий отечественного сельхозмашиностроения, представители зарубежных сельскохозяйственных фирм и совместных предприятий.

В учебном процессе широко практикуется проведение занятий на предприятиях и в организациях АПК, перерабатывающих предприятиях, заводах по производству сельскохозяйственной техники, а также посещение лабораторий НПЦ и знакомство с новыми разработками НАН Беларуси, Министерства промышленности и Госстандарта Республики Беларусь. Широко практикуется посещение слушателями международных и республиканских выставок по производству, хранению и переработке сельскохозяйственной продукции.

Институт располагает современной учебно-технической базой, а также использует базы специализированных кафедр БГАТУ, двух филиалов кафедры управления и научно-технического прогресса института в научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси, Республиканского учебно-практического центра практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин, учебно-научно-исследовательских лабораторий, филиалов кафедр университета в НИИ, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях.

Институт проводит обучение зарубежных специалистов АПК, организывает стажировки специалистов Республики Беларусь за рубежом, привлекает к обучению слушателей иностранных преподавателей.

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



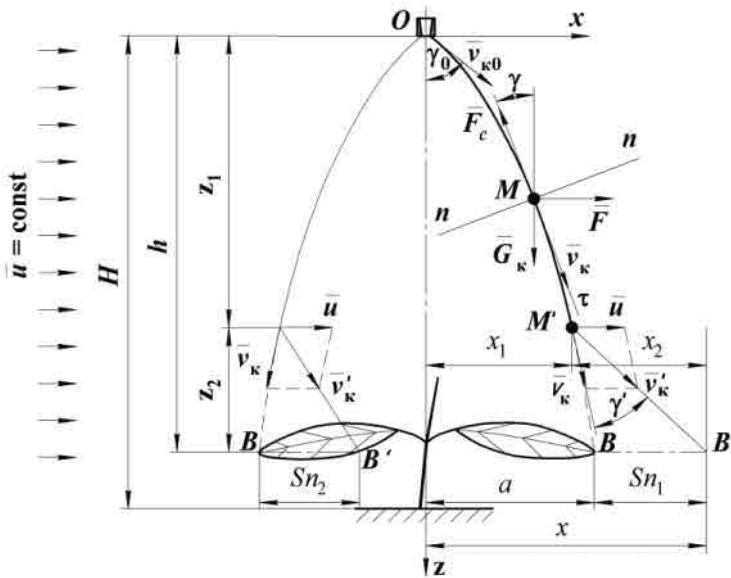


Рисунок 1. Схема к определению кинематических параметров падения капли в подвижной сопротивляющейся среде

$$G_k = m_k g,$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Сила воздействия направленного потока равна

$$F = f \cdot u^2,$$

где f – приведенный коэффициент сопротивления, кг/м .

Считая, что вектор силы воздействия ветра направлен горизонтально, уравнения движения капли в подвижных осях координат имеют вид

$$m_k \frac{dv_k}{dt} = m_k g \cos \gamma + f u^2 \sin \gamma - \lambda v_k^2; \quad (1)$$

$$m_k \frac{v_k^2}{\rho} = m_k g \sin \gamma - f u^2 \cos \gamma, \quad (2)$$

где ρ – радиус кривизны траектории точки M в заданный момент времени;

γ – угол, который образует вектор скорости точки M в данный момент времени с осью Oz .

В уравнениях (1) и (2) разделим каждое слагаемое на массу капли m_k . После преобразований получим:

$$\frac{dv_k}{dt} = g \cos \gamma + C_F u^2 \sin \gamma - C_T v_k^2; \quad (3)$$

$$\frac{v_k^2}{\rho} = g \sin \gamma - C_T u^2 \cos \gamma, \quad (4)$$

где $C_F = \frac{f}{m_k}$ и $C_T = \frac{\lambda}{m_k}$ – соответственно приведенные коэффициенты сопротивления, $1/\text{м}$.

Если каплю жидкости принять за шар, то $\lambda = f$

и $C_T = C_F$, и с учетом принятых обозначений, уравнения (3) и (4) примут вид

$$\frac{dv_k}{dt} = g \cos \gamma + C_T u^2 \sin \gamma - C_T v_k^2; \quad (5)$$

$$\frac{v_k^2}{\rho} = g \sin \gamma - C_T u^2 \cos \gamma, \quad (6)$$

Анализ уравнений (5) и (6) показывает, что капля жидкости, выброшенная в подвижную сопротивляющуюся среду со скоростью v_{k0} под углом γ_0 к вертикали, будет двигаться так, что на начальном участке траектории OM' ускорение ее будет монотонно уменьшаться, а скорость возрастать, стремясь к предельной величине, определяемой из уравнения (5) при

условии, что $\frac{dv}{dt} = 0$

$$v' = \sqrt{\frac{1}{C_T} (g \cos \gamma + C_T u^2 \sin \gamma)}. \quad (7)$$

В момент времени, когда

$$g \cdot \sin \gamma = C_T \cdot u^2 \cdot \cos \gamma, \quad (8)$$

траекторией капли будет прямая линия, образующая с вертикалью угол γ' , тангенс которого определяется из уравнения (6) при условии, что $\rho = \infty$

$$\text{tg} \gamma' = \frac{C_T \cdot u^2}{g}. \quad (9)$$

Начиная из точки перехода криволинейного участка траектории OM' в прямолинейный (рис. 1) и до момента соприкосновения с поверхностью объекта обработки, капля будет двигаться равномерно со скоростью v' , которая определяется из совместного решения уравнений (7) и (8)

$$v' = \sqrt{\frac{\sin \gamma'}{C_T \cdot u^2} \cdot (g^2 + C_T^2 u^4)}. \quad (10)$$

Таким образом, траектория полета капли в подвижной сопротивляющейся среде может быть представлена как состоящая из криволинейного OM' и прямолинейного $M'B'$ участков (рис. 1). Положение капли в точке перехода криволинейного участка в прямолинейный (точка M') определяется координатами x_1 и y_1 , и проекциями вектора предельной скорости на неподвижные оси координат

$$v_x' = v' \sin \gamma'; \quad (11)$$

$$v_y' = v' \cos \gamma'. \quad (12)$$

Движение капли жидкости относительно неподвижной системы координат описывается дифференциальными уравнениями (рис. 1)

$$m_k \frac{dv_{\text{кк}}}{dt} = F - F_c \sin \gamma; \quad (13)$$

$$m_k \frac{dv_{kz}}{dt} = m_k g - F_c \cos \gamma. \quad (14)$$

Используя зависимости, полученные в источнике [2]

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{d\gamma}{ds} = -\frac{d\gamma}{dt} \cdot \frac{dt}{ds} = -\frac{1}{g_k} \cdot \frac{d\gamma}{dt} \text{ и источнике [3]}$$

$$\frac{dv_{kz}}{dt} = g, \text{ уравнения примут вид}$$

$$\frac{dv_{kx}}{dt} = \frac{\lambda}{m_k} u^2 - \frac{\lambda}{m_k} v_k^2 \sin \gamma; \quad (15)$$

$$\frac{dv_{kz}}{dt} = g - \frac{\lambda}{m_k} v_k^2 \cos \gamma. \quad (16)$$

или

$$\frac{dv_{kx}}{dt} = C_T u^2 - C_T v_k^2 \sin \gamma; \quad (17)$$

$$\frac{dv_{kz}}{dt} = g - C_T v_k^2 \cos \gamma. \quad (18)$$

Из данных уравнений исключим параметр времени t , переписав их в виде

$$\frac{dv_{kx}}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv_{kx}}{dx} \cdot v_{kx} = C_T u^2 - C_T v_k^2 \sin \gamma; \quad (19)$$

$$\frac{dv_{kz}}{dz} \cdot \frac{dz}{dt} = \frac{dv_{kz}}{dz} \cdot v_{kz} = g - C_T v_k^2 \cos \gamma. \quad (20)$$

Преобразуем последние слагаемые уравнений к виду:

$$C_T v_k^2 \sin \gamma = C_T \frac{(v_k \sin \gamma)^2}{\sin \gamma} = C_T v_{kx}^2 \frac{1}{\sin \gamma} = C_T k_x v_{kx}^2; \quad (21)$$

$$C_T v_k^2 \cos \gamma = C_T \frac{(v_k \cos \gamma)^2}{\cos \gamma} = C_T v_{kz}^2 \frac{1}{\cos \gamma} = C_T k_z v_{kz}^2, \quad (22)$$

где k_x и k_z – коэффициенты пропорциональности, зависящие от положения капли на участке OM' траектории неустановившегося движения

$$k_x = \frac{1}{\sin \gamma}; \quad (23)$$

$$k_z = \frac{1}{\cos \gamma}. \quad (24)$$

Замечая, что коэффициенты k_x и k_z являются непрерывными функциями изменения угла γ в пределах от начального γ_0 до предельного γ' значений, то их среднее значение определим как среднеинтегральное на этом интервале. Приведем уравнение (24) к виду

$$k_z d\gamma = \frac{d\gamma}{\cos \gamma}. \quad (25)$$

Проинтегрируем выражение (25) в заданных пределах

$$k_z (\gamma' - \gamma_0) = \int_{\gamma_0}^{\gamma'} \frac{d\gamma}{\cos \gamma} = \frac{1}{2} \left[\ln \left| \frac{1 + \sin \gamma'}{1 - \sin \gamma'} \right| - \ln \left| \frac{1 + \sin \gamma_0}{1 - \sin \gamma_0} \right| \right]. \quad (26)$$

Из уравнения (26) определим среднее значение коэффициента k_z на участке неравномерного движения капли по траектории

$$k_z = \frac{1}{2(\gamma' - \gamma_0)} \ln \left| \frac{(1 + \sin \gamma') \cdot (1 - \sin \gamma_0)}{(1 - \sin \gamma') \cdot (1 + \sin \gamma_0)} \right|. \quad (27)$$

Для определения коэффициента k_x , уравнения (23) и (24) приведем к виду

$$\sin \gamma = \frac{1}{k_x}, \quad (28)$$

$$\cos \gamma = \frac{1}{k_z}. \quad (29)$$

Полученные уравнения возведем в квадрат и сложим их левые и правые части, получив зависимость

$$\sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma = \frac{1}{k_x^2} + \frac{1}{k_z^2} = 1,$$

или

$$k_x = \frac{k_z}{\sqrt{k_z^2 - 1}}. \quad (30)$$

С учетом зависимостей (27) и (30) уравнения (19) и (20) примут вид

$$\frac{dv_{kx}}{dx} \cdot v_{kx} = C_T u^2 - C_T k_x v_{kx}^2; \quad (31)$$

$$\frac{dv_{kz}}{dz} \cdot v_{kz} = g - C_T k_z v_{kz}^2. \quad (32)$$

В отличие от исходных уравнений (17) и (18), уравнения (31) и (32) являются приближенными, но с разделяющими переменными, что позволяет их проинтегрировать в заданных пределах и получить расчетные формулы для определения координат капли на участке траектории с неустановившимся движением.

Решение данных уравнений (17) и (18) сводится к определению скоростей движения капель вдоль координатных осей, в зависимости от времени. Интегрирование этих уравнений сводится к нахождению табличных интегралов вида [4]

$$dt = \int \frac{dv_{kx}}{C_T (u^2 - k_x v_{kx}^2)}; \quad (33)$$

$$dt = \int \frac{dv_{kz}}{g - C_T k_z v_{kz}^2}. \quad (34)$$

Проинтегрировав уравнения (33) и (34) с учетом начальных условий ($t = 0$, $v_{kx} = v_{kx_0}$, $v_{kz} = v_{kz_0}$), получим:

$$t = \frac{\sqrt{C_T k_z}}{2C_T k_z \sqrt{g}} \ln \times \left| \frac{(\sqrt{g} + v_{kz} \sqrt{C_T k_z})(\sqrt{g} - v_{kz_0} \sqrt{C_T k_z})}{(\sqrt{g} - v_{kz} \sqrt{C_T k_z})(\sqrt{g} + v_{kz_0} \sqrt{C_T k_z})} \right| \quad (35)$$

$$t = \frac{\sqrt{k_x}}{2C_T u \sqrt{k_x}} \ln \left| \frac{(u + v_{kx} \sqrt{k_x})(u - v_{kx_0} \sqrt{k_x})}{(u - v_{kx} \sqrt{k_x})(u + v_{kx_0} \sqrt{k_x})} \right| \quad (36)$$

Решение же уравнений (31) и (32) сводится к нахождению координат капель на траектории неустановившегося движения в зависимости от проекций скоростей. Решение этих уравнений сводится к нахождению табличных интегралов вида [4]

$$x = \int \frac{v_{kx} dv_{kx}}{C_T (u^2 - k_x v_{kx}^2)}; \quad (37)$$

$$z = \int \frac{v_{kz} dv_{kz}}{g - C_T k_z v_{kz}^2}. \quad (38)$$

Интегрирование полученных уравнений с учетом начальных условий ($t = 0$, $x = x_0 = 0$, $z = z_0 = 0$, $v_{kx} = v_{kx_0} = v_{k_0} \sin \gamma_0$, $v_{kz} = v_{kz_0} = v_{k_0} \cos \gamma_0$) приводит к выражениям

$$x = -\frac{1}{2C_T k_x} \ln \left| \frac{u^2 - k_x v_{kx}^2}{u^2 - k_x v_{kx_0}^2} \right|, \quad (39)$$

$$z = -\frac{1}{2C_T k_z} \ln \left| \frac{g - C_T k_z v_{kz}^2}{g - C_T k_z v_{kz_0}^2} \right|. \quad (40)$$

Выразив из полученных уравнений общий коэффициент $2C_T$ и приравняв полученные выражения, после преобразований получим уравнение траектории полета капель в подвижной сопротивляющейся среде

$$x = z \frac{k_z}{k_x} \frac{\ln \left| \frac{u^2 - k_x v_{kx}^2}{u^2 - k_x v_{kx_0}^2} \right|}{\ln \left| \frac{g - C_T k_z v_{kz}^2}{g - C_T k_z v_{kz_0}^2} \right|}. \quad (41)$$

Используем уравнение (41) для определения скорости полета капли вдоль оси Oz на участке неустановившегося движения, получим

$$v_{kz} = \sqrt{\frac{1}{C_T k_z} \left[g - (g - C_T k_z v_{kz_0}^2 e^{-2C_T k_z z}) \right]}. \quad (42)$$

Решая уравнение (36) относительно v_{kx} , получим закон изменения горизонтальной составляющей скорости капель под действием ветра

$$v_{kx} = \frac{u[(u + v_{kx_0} \sqrt{k_x}) \cdot e^{2C_T u t \sqrt{k_x}} - (u - v_{kx_0} \sqrt{k_x})]}{\sqrt{k_x} [(u + v_{kx_0} \sqrt{k_x}) \cdot e^{2C_T u t \sqrt{k_x}} - (u - v_{kx_0} \sqrt{k_x})]}, \quad (43)$$

где v_{kx_0} и v_{kz_0} – проекции вектора скорости вылета капли жидкости из сопла распылителя на неподвижные оси координат, м/с

$$v_{kx_0} = v_{k_0} \sin \gamma_0, \quad (44)$$

$$v_{kz_0} = v_{k_0} \cos \gamma_0. \quad (45)$$

При этом зависимость для определения скорости движения капли примет окончательный вид

$$v_k = \sqrt{v_{kx}^2 + v_{kz}^2} = \left[\left(\frac{u[(u + v_{kx_0} \sqrt{k_x}) \cdot e^{2C_T u t \sqrt{k_x}} - (u - v_{kx_0} \sqrt{k_x})]}{\sqrt{k_x} [(u + v_{kx_0} \sqrt{k_x}) \cdot e^{2C_T u t \sqrt{k_x}} - (u - v_{kx_0} \sqrt{k_x})]} \right)^2 + \frac{1}{C_T k_z} \left[g - (g - C_T k_z v_{kz_0}^2 e^{-2C_T k_z z}) \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (46)$$

С достаточной для практических расчетов точностью, начальная скорость вылета жидкости из сопла распылителя определяется по упрощенной формуле [5, 6]

$$v_{k_0} = \sqrt{\frac{2P}{\rho_{ж}}},$$

где P – давление в напорной магистрали, Па;

$\rho_{ж}$ – плотность распыливаемой жидкости, кг/м³.

Приведенные выше аналитические зависимости позволяют определить траекторию движения капель любой дисперсности, при условии постоянства массы капли, в подвижной сопротивляющейся среде, а также координаты капли в любой момент времени на этой траектории. Так, для определения координат x_1 и z_1 точки перехода криволинейного участка траектории падения капли в прямолинейный M' (рис. 1) в формулы (39) и (40) следует подставить параметры, определяемые зависимостями (11), (12), (44) и (45). После преобразований получим

$$x_1 = -\frac{1}{2C_T k_x} \ln \left| \frac{u^2 - k_x \cdot v_{kx}^2}{u^2 - k_x \cdot v_{kx_0}^2} \right|, \quad (47)$$

$$z_1 = -\frac{1}{2C_T k_z} \ln \left| \frac{g - C_T k_z v_{kz}^2}{g - C_T k_z \cdot v_{kz_0}^2} \right|. \quad (48)$$

Из уравнения (48) следует, что скорость воздушного потока не оказывает влияния на движение капли в вертикальной плоскости. Если в результате расчетов по данной формуле окажется, что $z_1 \geq h$ (капля

жидкости достигает обрабатываемой поверхности раньше или в момент наступления режима прямолинейного установившегося движения, что характерно для крупных капель), то движение капли от момента вылета из сопла распылителя до момента соприкосновения с обрабатываемой поверхностью будет происходить по траектории неустановившегося движения. В момент падения капли на обрабатываемую поверхность, ее координаты определяются из уравнений (39) – (43), при условии, что $z = h$.

Участок траектории с равномерным движением капли характеризуется координатами x_2 и z_2 . Расстояние z_2 от точки M' траектории до обрабатываемой поверхности определяется из соотношения (рис. 1)

$$z_2 = H - z_1.$$

Координата x соприкосновения капли с обрабатываемой поверхностью определяется по зависимости

$$x = x_1 + x_2 = x_1 + z_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma'$$

Расстояние, на которое будет снесена капля пестицида относительно обрабатываемого объекта, определяется зависимостью

$$Sn = x - a.$$

Закключение

В статье предложена методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в подвижной воздушной среде. В результате теоретических исследований получены зависимости для определения скорости движения капли в заданный момент времени (46) и ее вертикальной и горизонтальной составляющих (42), (43), а также координат ее положения (39), (40) в зоне неустановившегося (47) и (48) – установившегося

движения. Получено уравнение траектории падения капель в зоне неустановившегося движения (41).

Полученные зависимости позволяют не только смоделировать процесс падения капель в подвижной воздушной среде, но и исследовать потери препарата в результате сноса ветром. Данная методика может использоваться на стадиях проектирования сельскохозяйственных опрыскивателей и устройств защиты факела распыла от прямого воздействия ветра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеенко, О.В. Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в воздушной среде / О.В. Гордеенко, И.С. Крук, Э. Каминский, А.А. Новиков // Агропанорама, 2011. – № 6. – С 6-10.
2. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление для втузов: учеб. пос. для втузов. – 13-е изд. – М.: Наука, 1985. – 432 с.
3. Гордеенко, О.В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ...канд. техн. наук / БГСХА. – Горки, 2004. – 218 с.
4. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. – 610 с.
5. Бородин, В.А. Распыливание жидкости. – М.: Машиностроение, 1967. – 263 с.
6. Распыливание жидкостей / Ю.Ф. Дитяткин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

Микропроцессорная система кормления свиней

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

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

Основные технические данные

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



НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Ю.В. Чигарев, докт. физ.-мат. наук, профессор (БГАТУ, Западнопоморский технологический университет, Республика Польша); И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, Ф.И. Назаров, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассматриваются аналитические модели эффективности выбранных технологий и технологических операций в зависимости от вложенных затрат и с учетом производственных потерь.

The article examines effectiveness of analytical models, chosen technologies and technological operations depending on investment costs and taking into account production losses.

Введение

Понятие «технология» является совокупным и включает в себя несколько характеристик: умение, мастерство, опыт, которые реализуются в целенаправленном действии для подготовки и получения материалов, сырья, изделий, урожая и др. Каждая технология имеет специфические стороны, присущие только ей. Любое производство, как правило, использует несколько технологий. Реализация технологий осуществляется техникой. В сельском хозяйстве в роли техники выступают машины, орудия, энергетические средства и другое оборудование. Часто в технологиях задействованы комплексы машин, на основе которых строится система машин, формируемая с учетом конкретной цели под определенную технологию. Совершенствование современных технологий связано с полной заменой ручного труда машинным. Промышленные технологии базируются на природных и искусственно созданных ресурсах. Технологии в сфере сельского хозяйства распределены в самой природной среде [1, 2].

В настоящие время известны два основных направления в развитии прогрессивных технологий. Первое связано с организацией рабочей среды (обработка полей, строительство дорог и др.) и второе – с построением адаптивного управления техническими средствами – тракторами, машинами, орудиями и др. Выбор того или иного направления связан с экономическими и экологическими вопросами о выгодном вложении денежных средств. Интенсификация производства по выращиванию сельскохозяйственной продукции направлена на увеличение урожая при снижении затрат на единицу получаемой продукции. В основе эффективности создания новой технологии или изменения существующей лежит модель прогноза целесообразности затрат.

Основная часть

Математическая модель прогноза эффективности E ($0 \leq E \leq 1$) в зависимости от затрат p выражается в виде функции:

$$E = f(p). \quad (1)$$

Явный вид функции (1) зависит от конкретно решаемой задачи.

Связь между E и p можно представить в виде дифференциального соотношения. Ниже представлена простейшая зависимость эффективности от затрат

$$dE = df(p), \quad (2)$$

$$\text{где } f(p) = (\lambda T)^{-1} p;$$

T – срок окупаемости затрат;

λ – положительный параметр (руб./ед. времени), который выбирается с учетом технологии.

Решение зависимости (2) при $T = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$ имеет вид

$$E = \frac{1}{\lambda T} p. \quad (3)$$

Из данной формулы при заранее прогнозируемой эффективности предполагаемых затрат и времени окупаемости найдем параметр λ

$$\lambda = \frac{p}{ET}. \quad (4)$$

Любая технология в той или иной степени связана с производственными потерями. В сельскохозяйственном производстве потери урожая могут быть вызваны также климатическими условиями. Можно положить зависимость между производственными потерями a и удельными затратами λ в виде ($0 \leq a \leq 1$), $a = \phi(\lambda)$.

В самом простом случае эту связь можно представить линейно:

$$\lambda = \lambda_{\min} + ba, \quad (6)$$

где b – коэффициент размерности руб./ед. времени.
Тогда зависимость (3) запишем в виде

$$E = \frac{1}{(\lambda_{\min} + ba)T} p. \quad (7)$$

Очевидно, что при $a \rightarrow 0$ эффективность E должна быть максимальной $E = E_{\max}$, а затраты минимальны.

Фактический урожай сельскохозяйственных культур можно определять соотношением

$$Y_f = Y_b - Y_c, \quad (8)$$

где Y_b – биологический урожай, который соответствует оптимальной плотности почвы ρ_b ;

Y_c – потери урожая (производственные потери) по причине плохого агрофизического состояния почвы, связанного с ее переуплотнением в следе, или другими причинами.

Тогда коэффициент производственных потерь будет $a = \frac{Y_c}{Y_b}$, а коэффициент сохранения плодородия запишем в виде

$$\omega = 1 - \frac{Y_c}{Y_b} = 1 - a, \quad (0 \leq \omega \leq 1). \quad (9)$$

Тогда

$$E = \frac{p}{[\lambda_{\min} + b(1 - \omega)]T}. \quad (10)$$

На рис. 1 приведена зависимость изменения эффективности технологии от роста коэффициента сохранения плодородия почв.

Согласно работе [3], отношение Y_c / Y_b можно записать через разность изменения плотностей почвы:

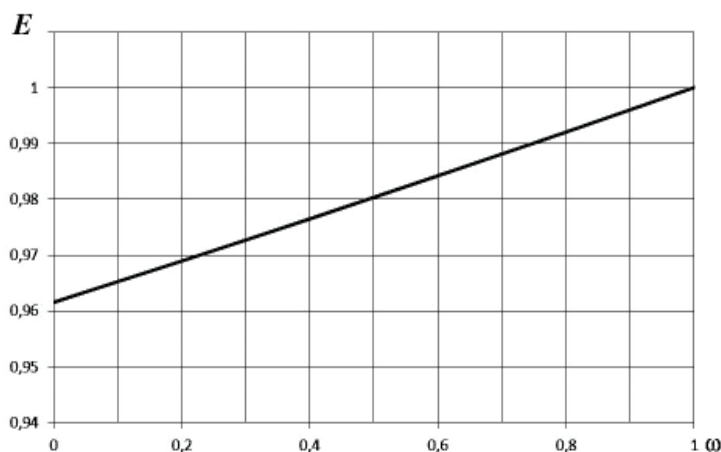


Рисунок 1. Зависимость эффективности E рассматриваемой технологии от коэффициента сохранения плодородия почв ω

оптимальной ρ_b и фактической ρ_l

$$\frac{Y_c}{Y_b} = 1 - C(\rho_l - \rho_b)^2, \quad (11)$$

где C – коэффициент размерности ($\text{см}^3/\text{г}$).

Следовательно, эффективность технологии обработки почвы в зависимости от изменения ее уплотнения будет

$$E = \frac{p}{[\lambda_{\min} + b(1 - C(\rho_l - \rho_b)^2)]T}. \quad (12)$$

На рис. 2 показано изменение эффективности технологии от увеличения плотности почвы.

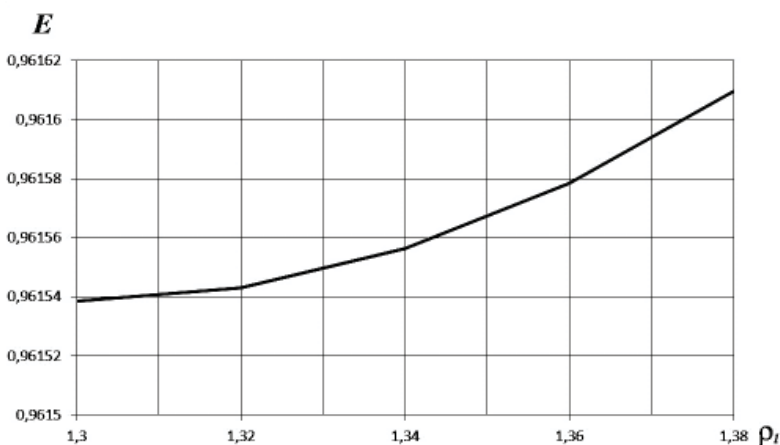


Рисунок 2. Зависимость показателя эффективности технологии E от изменения плотности почвы ρ_l

Эффективность технологии оценивается сбором фактического урожая, т.е. если две технологии дают один и тот же результат по сбору урожая при одних и тех же затратах, то их эффективность одинакова. Эффективность технологического процесса отвальной обработки почвы без глубокого рыхления в зависимости от вложенных финансовых затрат можно описывать линейным законом [4]

$$E_{ng} = E_0 + mp, \quad (13)$$

где m – коэффициент пропорциональности, определяемый эмпирическим путем;

E_0 – агрономическая эффективность опытного поля при нуле затрат.

Графическая иллюстрация данного закона при $E_0 = 0$ будет прямая 1 (рис. 3).

Эффективность отвальной обработки почвы с применением глубокого рыхления в зависимости от затрат будем описывать функцией

$$E_g(p) = E_0 + h\sqrt{p}, \quad (14)$$

где h – параметр, определяемый опытным путем.

Выбор данной функции учитывает, что

агрофизические свойства почвы с технологией глубокого рыхления будут лучше способствовать развитию растений в вегетационный период, чем в технологии без глубокого рыхления. График данной функции при $E_0 = 0$ будет кривая 2 (рис. 3).

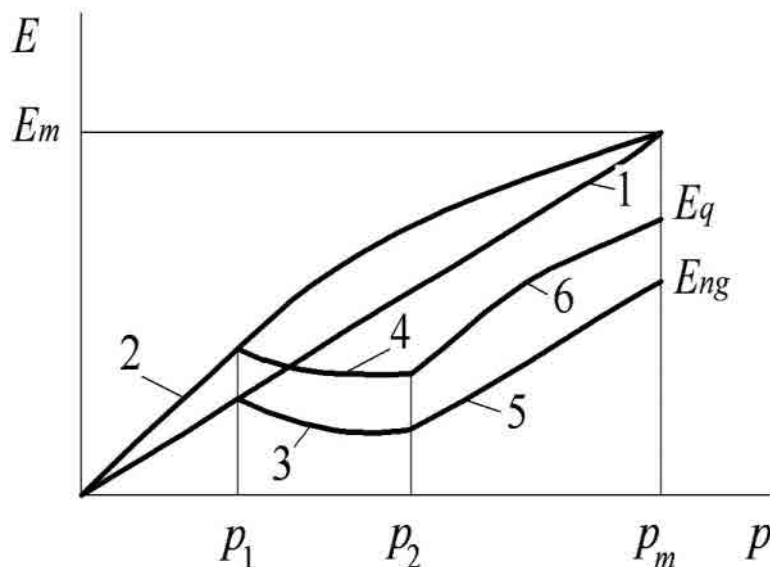


Рисунок 3. Зависимость эффективности E от вложенных средств с учетом производственных потерь

Эффективность технологии от затрат определяется значениями $0 \leq E \leq 1$. Если итог (фактический урожай) каждой технологии при одних и тех же затратах соответствует одному и тому же значению эффективности, например E_m , то из рисунка 3 видно, что эффективность от поэтапных одинаково вкладываемых средств в каждую технологию будет выше для технологии E_g , так как при глубоком рыхлении, в лучшую сторону изменяются агрофизические свойства почвы. В сельскохозяйственных технологиях в период вегетации растений всегда надо учитывать непредвиденные расходы, связанные с производственными потерями, вызванные либо изменением климатических условий, либо стихийными бедствиями, либо другими причинами. Эти потери можно описывать функцией неупорядоченности производства. Можно предположить, что производственные потери будут описываться функцией

$$a = \frac{q}{p}. \quad (15)$$

Если производственные потери связаны с урожаем, то согласно выражению (9), можно найти

$$q = p \left(1 - \frac{Y_l}{Y_b} \right). \quad (16)$$

Предположим, что производственные потери возникают при уже вложенных средствах p_1 . Даль-

нейшее их вложение до p_2 связано с устранением производственных потерь, а, следовательно, снижением эффективности данных технологий – кривые 3 и 4 (рис. 3). После устранения производственных потерь будет наблюдаться рост эффективности каждой

технологии по тем же законам (13) и (14), что и в начале процесса – линии 5 и 6 (рис. 3). Из рисунка видно, что в этом случае конечная эффективность каждой технологии будет различна при одних и тех же вложенных средствах. Рассмотренная модель эффективности технологий является сильно упрощенной, однако данный подход удобен в разработке новой сельскохозяйственной технологии или совершенствовании существующей, а также в рациональном выборе одной из технологий. Модель носит общий характер и требует наполнения и уточнения параметров, связанных с конкретной технологией. Однако сам процесс зависимости эффективности от вложенных средств отличает данную модель от аналогичных [1, 2], так как реально учитывает эффективность технологии в случае производственных потерь.

Заключение

Предложен подход, представляющий общий случай построения имитационной модели прогноза эффективности технологии или технологической операции в растениеводстве.

Получены математические модели, описывающие эффективность технологий и процессов в растениеводстве, учитывающие не только вложенные затраты, но и производственные потери, состояние и плодородие почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатьев, М.Б. Моделирование системы машин / М.Б. Игнатьев, Б.З. Ильевский, Л.П. Клауз. – Ленинград: Машиностроение, 1986. – С. 304.
2. Шаров, Н.М. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов / Н.М. Шаров. – М.: Колос, 1981. – С. 243.
3. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – С. 367.
4. Chigarev, Yu. Model prognozowania efektywności rolniczych technologii. XII Międz. Konf. Naukowa „Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE. IBMER. – Warszawa, 2006. – S. 297-301..

К РАСЧЕТУ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ В ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Л.С. Герасимович, докт. техн. наук, профессор, академик НАН Беларуси, И.А. Цубанов, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

Предложены расчетные зависимости для определения коэффициента теплопередачи кожухотрубчатых теплоутилизаторов при турбулентном и переходном режиме движения воздуха в трубах.

Calculated dependences to determine the heat transfer coefficient shell and tube exchangers in turbulent and transitional regime of air movement in pipes are offered.

Введение

Одним из методов повышения тепловой экономичности отопительно-вентиляционных систем сельскохозяйственных производственных помещений в отопительный период является утилизация теплоты удаляемого вентиляционного воздуха [1-3].

В качестве теплоутилизаторов используют кожухотрубчатые и пластинчатые теплообменные аппараты. Их недостатки общеизвестны, и выражаются в значительной материалоемкости, невысокой энергоэффективности, загрязнении поверхности теплообмена и образовании на ней слоя льда-инея в наиболее холодный период года. Поэтому необходимо разработать теплоутилизаторы, которые отличались бы простотой устройства, компактностью, низкой металлоемкостью, надежностью при эксплуатации и достаточно высокой энергоэффективностью.

Представляется целесообразным применение кожухотрубчатых теплоутилизаторов (КТУ) типа «воздух-воздух», которые обладают рядом преимуществ. В них обеспечивается надежное разделение воздушных потоков, возможность применения неметаллических труб и низкие сопротивления воздушных трактов. Для них характерно отсутствие движущихся частей, высокая технологичность изготовления и достаточная надежность при эксплуатации.

Использование, например, стеклянных труб вместо металлических позволяет уменьшить металлоемкость КТУ. Кроме того, стеклянные трубы характеризуются достаточно высокой теплопроводностью, не подвержены коррозии, имеют большой срок эксплуатации и характеризуются гладкими поверхностями, что уменьшает их загрязнение и упрощает очистку.

Одной из основных характеристик теплового режима работы КТУ является коэффициент теплопередачи, значение которого во многом определяет

энергоэффективность, требуемую площадь поверхности теплообмена и габариты КТУ.

Цель работы состоит в нахождении зависимости для расчета коэффициента теплопередачи, простой и надежной при анализе теплоэнергетических показателей работы КТУ.

Рассматриваемые теплоутилизаторы используются в типовых условиях эксплуатации отопительно-вентиляционных систем, и поэтому естественной является задача – установить зависимость коэффициента теплопередачи непосредственно от режимных и геометрических параметров.

К режимным параметрам следует отнести скорости воздушных потоков в элементах КТУ, коэффициенты загрязнения труб и влаговыведения, а к геометрическим – диаметр и длину труб, параметры компоновки трубного пучка и др.

Основная часть

Принимаем, что условия теплообмена в КТУ являются стационарными. Для их описания могут быть использованы алгебраические уравнения, а решение математической модели теплообмена в этом случае приводит к однозначному определению результирующей функциональной зависимости коэффициента теплопередачи от параметров работы КТУ.

Во многом определяющим для решения поставленной задачи является выбор схемы движения воздушных потоков в КТУ.

Исходя из условия оптимальности конструктивных решений КТУ, следует остановиться на схеме перекрестного тока, когда один из воздушных потоков направляется в трубы, а другой – в межтрубное пространство при поперечном обтекании трубного пучка. В этом случае обеспечиваются и благоприятные условия теплообмена.

Вопрос о том, какой из воздушных потоков направлять в трубы или межтрубное пространство, должен решаться с точки зрения не только интенсификации теплообмена, но и надежности работы КТУ. В трубы целесообразно направлять более загрязненный вытяжной воздух, поскольку внутренние поверхности трубы легче очистить от загрязнений.

В обычно рекомендуемых схемах предусматривается подача вытяжного воздуха в межтрубное пространство, а приточного наружного – в вертикальные (горизонтальные) трубы [1, 3, 4].

Достоинство такой схемы состоит в том, что более высокие коэффициенты теплоотдачи со стороны вытяжного воздуха смещают температурный режим работы труб в более «теплую» область. Тем самым уменьшается (но не устраняется) опасность образования слоя инея-льда на поверхности труб при выпадении влаги из вытяжного воздуха. Однако при этом ухудшаются условия теплообмена между воздушными потоками, затрудняется отвод образующего конденсата и очистка поверхности труб от отложений со стороны вытяжного воздуха.

Вышеперечисленные недостатки во многом устраняются при подаче вытяжного воздуха в трубы, а приточного воздуха – в межтрубное пространство. При этом обеспечивается увеличение коэффициента теплопередачи в среднем на 20-30 % по сравнению с ранее рекомендуемой схемой.

Необходимо учесть, что при любой схеме движения воздушных потоков должна быть предусмотрена система оттаивания труб в наиболее холодный период эксплуатации КТУ.

Принимаем конструктивную схему КТУ с шахматным трубным пучком, одноходовую, с перекрестным током и вертикальными трубами. Вытяжной воздух движется внутри труб в направлении сверху вниз, а приточный – в горизонтальном направлении между трубами.

Для расчета коэффициента теплопередачи k , Вт/(м²·К), используем формулу

$$k = \mu_{ct} \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}, \quad (1)$$

где μ_{ct} – коэффициент загрязнения; α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи на внутренней и наружной поверхностях труб, Вт/(м²·К).

С целью преобразования уравнения (1) в степенную функцию представим его в виде зависимости:

$$Y = \frac{X}{1 + X}, \quad (2)$$

где Y и X – безразмерные параметры:

$$Y = \frac{k}{\mu_{ct} \alpha_1} \quad \text{и} \quad X = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}.$$

Теплообмен при принятой схеме движения воздушных потоков в КТУ характеризуется отношением коэффициентов теплоотдачи $X = 1-3$. При этом условии на основании метода наименьших квадратов из

уравнения (2) была получена формула, погрешность которой не превышает 3 %

$$Y = 0,514X^{0,36}. \quad (3)$$

При расчете коэффициента теплоотдачи в условиях турбулентного режима движения среды внутри труб и каналов, когда число $Re_1 = 10^4-5 \cdot 10^6$, применяется формула М.А. Михеева. При теплоотдаче воздуха расчетное уравнение упрощается и приобретает вид [5]

$$Nu_1 = 0,018 Re_1 \varepsilon_1, \quad (4)$$

где Nu_1 и Re_1 – числа Нуссельта и Рейнольдса; ε_1 – коэффициент, учитывающий влияние начального теплового участка.

Выразим числа Нуссельта и Рейнольдса через составляющие их физические величины. В результате находим

$$\alpha_1 = B_1 \varepsilon_1 \frac{w_1^{0,8}}{d_1^{0,2}}, \quad (5)$$

где B_1 – коэффициент, определяемый теплофизическими свойствами вытяжного воздуха; w_1 – скорость воздуха внутри труб, м/с; d_1 – внутренний диаметр труб, м.

При этом

$$B_1 = 0,018 \frac{\lambda_1}{\nu_1^{0,8}},$$

где λ_1 и ν_1 – теплопроводность, Вт/(м·К) и кинематическая вязкость, м²/с вытяжного воздуха.

Значение коэффициента B_1 зависит от средней температуры вытяжного воздуха.

$t_b, ^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20
B_1	3,5	3,46	3,42	3,39	3,36

Очевидно, что в рассматриваемом температурном интервале коэффициент B_1 изменяется несущественно и поэтому возможно использовать его среднее значение.

В связи с этим для дальнейших расчетов было принято: $B_1 = 3,42$.

Охлаждение вытяжного воздуха внутри труб КТУ сопровождается конденсацией водяного пара, содержащегося во влажном воздухе. Влияние этого процесса на теплообмен учитывается коэффициентом влаговываждения ξ [5].

Вводя в уравнение (5) коэффициент влаговываждения и используя вышеприведенное значение коэффициента B_1 , находим:

$$\alpha_1 = 3,42 \xi \varepsilon_1 \frac{w_1^{0,8}}{d_1^{0,2}}. \quad (6)$$

Для переходного режима в уравнение (6) вводится поправочный коэффициент [5]. Исходя из табличных значений поправочного коэффициента при $Re_1 = 5 \cdot 10^3-10^4$ [5], была получена зависимость:

$$Nu_1 = 6,43 \cdot 10^{-4} Re_1^{1,165} \varepsilon_1. \quad (7)$$

Действуя вышеизложенным методом, определяем:

$$\alpha_1 = B_1' \xi \varepsilon_1 w_1^{1,165} d_1^{0,165}, \quad (8)$$

где B_1 – коэффициент, определяемый теплофизическими свойствами вытяжного воздуха.

Значения этого коэффициента приведены ниже в зависимости от средней температуры вытяжного воздуха.

$t_{в}, ^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20
B_1	7,59	7,34	7,19	7,05	6,91

В результате записываем, используя среднее значение $B_1 = 7,2$

$$\alpha_1 = 7,2 \xi \varepsilon_1 w_1^{1,165} d_1^{0,165}. \quad (9)$$

Поперечное обтекание газами шахматного пучка труб в КТУ характеризуется смешанным режимом течения ($Re = 10^3 - 10^6$). При этом расчет теплоотдачи выполняется по уравнению [6]

$$Nu = 0,41 Re^{0,8} Pr^{0,33} \varepsilon_1 \varepsilon_s, \quad (10)$$

где Pr – число Прандтля; ε_1 и ε_s – коэффициенты, учитывающие число рядов и конструкцию шахматного пучка.

Из формулы (10) можно получить для теплоотдачи воздуха при поперечном обтекании шахматного пучка труб

$$\alpha_2 = B_2 \varepsilon_1 \varepsilon_s \frac{w_2^{0,6}}{d_2^{0,4}}, \quad (11)$$

где B_2 – коэффициент, определяемый теплофизическими свойствами приточного воздуха; w_2 – скорость воздуха в самом узком поперечном сечении пучка, м/с; d_2 – наружный диаметр труб, м.

$$B_2 = 0,37 \frac{\lambda_2}{v_2^{0,6}},$$

где λ_2 и v_2 – теплопроводность, Вт/(м·К) и кинематическая вязкость, м²/с приточного воздуха.

Коэффициент B_2 зависит от средней температуры приточного воздуха:

$$B_2 = 7,66 \text{ при } t_{п} = -10^\circ\text{C}; B_2 = 7,48 \text{ при } t_{п} = -15^\circ\text{C}.$$

В таком случае для обычно встречающихся температурных режимов КТУ следует использовать среднеарифметическое значение коэффициента B_2 и записать:

$$\alpha_2 = 7,57 \varepsilon_1 \varepsilon_s \frac{w_2^{0,6}}{d_2^{0,4}}. \quad (12)$$

Выразив параметры Y и X с использованием уравнений (6), (9) и (12) и подставив их в формулу (3), находим:

$$k = 2,34 \mu_{ст} \varepsilon_1^{0,36} \varepsilon_s^{0,36} \xi^{0,64} \varepsilon_1^{0,64} w_1^{0,512} w_2^{0,216} d_1^{-0,128} d_2^{-0,144}; \quad (13)$$

$$k = 3,77 \mu_{ст} \varepsilon_1^{0,36} \varepsilon_s^{0,36} \xi^{0,64} \varepsilon_1^{0,64} w_1^{0,745} w_2^{0,216} d_1^{0,105} d_2^{-0,144}. \quad (14)$$

Параметры в правой части уравнений (13) и (14) являются управляющими, с их помощью можно оказывать управляющее воздействие на процесс теплооб-

мена. Они относятся к исходным данным для расчета коэффициента теплопередачи, т.к. могут быть заданы или определены в ходе расчета.

Указанные уравнения имеют достаточно громоздкую форму. Для их упрощения воспользуемся следующими допущениями:

– трубный пучок КТУ характеризуется числом рядов труб не менее 15, поэтому можно принять [6] коэффициент $\varepsilon_1 = 1$;

– поперечный и продольный шаги трубного пучка примерно одинаковы, при этом условии [6] коэффициент $\varepsilon_s = 1$;

– в КТУ используются длинные трубы при отношении длины трубы к ее диаметру, как правило, больше 50, в связи с этим [6] коэффициент $\xi = 1$;

– в КТУ устанавливаются тонкие трубы при отношении диаметров $d_2/d_1 \approx 1,1$.

Расчетные значения вышеприведенных коэффициентов и отношения диаметров достаточно близки к единице, и их округление не вносит заметной погрешности в расчет. Более того, они входят в расчетные уравнения с показателями степени, по модулю меньшими единицы, что уменьшает их влияние на коэффициент теплопередачи.

Окончательно получаем:

$$k = 2,34 \mu_{ст} \xi^{0,64} w_1^{0,512} w_2^{0,216} d_1^{-0,272}; \quad (15)$$

$$k = 3,73 \mu_{ст} \xi^{0,64} w_1^{0,745} w_2^{0,216} d_1^{-0,04}. \quad (16)$$

Рассмотрим влияние отдельных параметров на коэффициент теплопередачи.

Коэффициент загрязнения $\mu_{ст}$ учитывает термическое сопротивление как разделяющей стенки, так и отложений на поверхности труб. Вытяжной воздух, удаляемый из сельскохозяйственных производственных помещений, содержит взвешенные частицы, что приводит к загрязнению поверхности труб КТУ. Кроме того, в наиболее холодный период со стороны вытяжного воздуха образуется слой инея-льда. Для снижения влияния загрязнений на интенсивность теплообмена следует использовать периодическую очистку и оттаивание труб КТУ. С учетом условий эксплуатации КТУ, допустимо принимать $\mu_{ст} = 0,75$.

Коэффициент теплопередачи существенно зависит от коэффициента влаговываждения на поверхности труб, значение которого может быть в пределах 1,5-3. За счет влаговываждения коэффициент теплопередачи увеличится согласно уравнениям (15) и (16) по сравнению с «сухим» теплообменом на 30-100 %.

Однако следует учесть, что коэффициент влаговываждения может быть принят произвольно из рекомендуемого интервала только в первом приближении. Его фактическое значение должно определяться исходя из расчета тепломассообмена на поверхности труб в конкретных условиях эксплуатации КТУ.

Решающее влияние на коэффициент теплопередачи оказывает скорость воздуха в трубах. Необходимо стремиться к увеличению этой скорости, но не превышая при этом допустимого аэродинамического сопротивления воздушного тракта КТУ. Ее увеличение в два раза позволит увеличить коэффициент теплопередачи при турбулентном режиме движения более чем на 40 %. При повышенной скорости воздуха в трубах усиливается стекание образующейся пленки конденсата с внутренней поверхности труб и уменьшается их загрязнение.

В меньшей степени проявляется влияние скорости приточного воздуха в межтрубном пространстве на коэффициент теплопередачи.

Выбор скорости воздушного потока в КТУ – это технико-экономическая задача, т.к. увеличение скорости сопровождается ростом не только коэффициента теплопередачи, но и аэродинамических сопротивлений теплоутилизатора. В первом приближении можно рекомендовать принимать значение: $w_1 \leq 12$ м/с, а $w_2 \leq 8$ м/с.

К действенным средствам увеличения коэффициента теплопередачи при турбулентном режиме движения в трубах относится также уменьшение диаметра трубок.

Заключение

Обоснована рекомендуемая схема движения вытяжного и приточного воздуха в КТУ.

Предложены расчетные зависимости для определения коэффициента теплопередачи КТУ при турбулентном и переходном режиме движения воздуха в трубах.

Установлено, что наибольшее влияние на коэффициент теплопередачи оказывают влаговываждение из вытяжного воздуха и его скорость в трубах. В меньшей степени влияют скорость приточного воздуха в межтрубном пространстве и диаметр трубок.

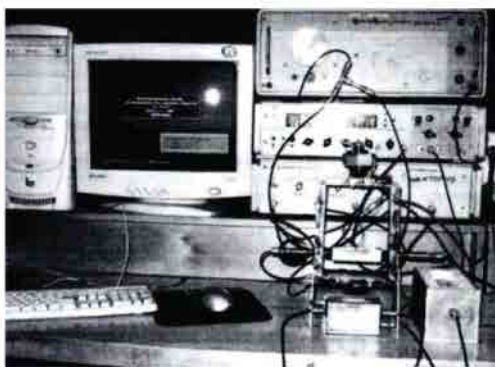
ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедь, А.А. Микроклимат животноводческих помещений / А.А. Лебедь. – М.: Колос, 1984. – 199 с.
2. Степанова, В.Э. Возобновляемые источники энергии на сельскохозяйственных предприятиях / В.Э. Степанова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 112 с.
3. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справ. пос. / Л.Д. Богуславский и [др.]; под ред. Л.Д. Богуславского и В.И. Ливчака. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.
4. Баротфи, И. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах / И. Баротфи, П. Рафан. – М.: Агропромиздат, 1988. – 228 с.
5. Теплообменные аппараты холодильных установок / Г.Н. Данилова [и др.]; под общ. ред. Г.Н. Даниловой. – Л.: Машиностроение, 1986. – 303 с.
6. Исаченко, В.П. Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

Информационная измерительная система для измерений физических, геометрических, структурных характеристик материалов

Предназначена для исследования и тестирования состояния материалов и сред на основе анализа закономерностей параметрического воздействия изменяющихся во времени характеристик на частотно-фазовые соотношения зондирующих акустических и электрических колебаний.

Измерительная система успешно применена для изучения свойств и состояния магнитных и немагнитных металлов, полимерных композитов, включая кинетику их перехода к твердому состоянию.



Основные технические данные

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность
Электрическая емкость	20... 1000 пФ	$3 \cdot 10^{-2}$ пФ
Индуктивность	10... 1000 мкГн	$3 \cdot 10^{-2}$ мкГн
Удельная электрическая проводимость	$10^5 \dots 5 \cdot 10^7$ См/м	10^{-3} См/м
Диэлектрическая проницаемость	1...20	10^{-3}
Избыточная температура	100... 500 К	10^{-3} К
Относительные изменения скорости ультразвука	300... 6000 м/с	10^{-5}
Малые перемещения	0... 1 мм	1 мкм

НОВЫЙ ПРОДУКТ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Л.А. Казакевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, Л.В. Сафроненко, канд. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

В работе проведен анализ факторов конкурентоспособности предприятия. Показаны пути повышения конкурентоспособности организаций молочной отрасли.

The article analyzes the factors of the company's competitiveness. The ways to improve the competitiveness of the dairy industry are shown.

Введение

Вопросы управления конкурентоспособностью предприятий имеют важное практическое значение и находят свое отражение в различных исследованиях [1-4]. На современном этапе экономического развития для успешной конкурентной борьбы предприятиям необходимо не только обновлять технологии и технологическое оборудование, изучать внутренний и внешний рынок и вести маркетинговые исследования, выявлять свои возможности, слабые стороны и уязвимые места конкурентов, но и оказывать управляющее воздействие на собственную конкурентоспособность и определять основные направления ее повышения. Создание конкурентных преимуществ перед соперником становится стратегическим направлением деятельности всех субъектов хозяйствования.

Целью данных исследований является изучение проблемы конкурентоспособности и нахождение путей ее повышения на примере Государственного молочного завода № 1 (ГП «ГМЗ № 1»).

Основная часть

В широком смысле слова понятие «конкуренция» употребляется как элемент рыночного механизма, обеспечивающий взаимодействие субъектов рыночного хозяйства в процессе производства, купли и продажи товаров, а также в сфере приложения капитала. В более узком смысле понятие «конкуренция» употребляется как соперничество внутри отрасли, как соперничество отдельных фирм разных отраслей или отдельных производителей за более выгодные условия хозяйствования, за получение максимальной прибыли [5].

Понятие «конкурентоспособность предприятия» в экономической литературе чаще всего сводится к способности предприятия производить конкурентоспособный товар. Однако учитывая, что в настоящее время предприятия могут производить различные виды продукции и одновременно работать на различных товарных (отраслевых) рынках в рамках стратегии диверсификации, на каждый данный момент времени уровень конкурентоспособности предприятия и уровень конкурентоспособности продукции, произ-

водимой им, не совпадают. Следует также отметить, что в качестве базы для сравнения уровня конкурентоспособности предприятия следует использовать данные по предприятиям-конкурентам, а не по производимым товарам.

Конкурентоспособность предприятия – это его реальная и потенциальная способность с учетом имеющихся для этого возможностей проектировать, изготавливать и реализовывать в конкретных условиях товары, которые по своим потребительским и стоимостным характеристикам в комплексе более привлекательны для покупателей, чем товары конкурентов. Конкурентоспособность фирмы характеризует возможности и динамику производителя приспосабливаться к изменяющимся условиям конкуренции на рынке [6].

Конкуренция возникает в том случае, если на одном и том же рынке продается много близких по своим потребительским свойствам товаров. Суть конкурентной борьбы состоит в улучшении или сохранении позиции предприятия на рынке, что достигается благодаря отличию поставляемых предприятием товаров от товаров-конкурентов, как по степени соответствия конкретной потребности клиентов, так и по затратам на ее удовлетворение. Таким образом, конкуренция является движущей силой развития предприятия.

Рассмотрение факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятия, позволяет сделать следующие выводы:

- конкурентоспособность предприятия характеризует эффективность использования всех имеющихся ресурсов;
- конкурентоспособность предприятия является показателем относительным. Базой для сравнения являются аналогичные показатели конкурентоспособности предприятий-конкурентов либо идеальных (эталонных) предприятий;
- конкурентоспособность продукции и предприятия являются взаимосвязанными понятиями. Предприятие является опосредованным носителем свойства конкурентоспособности через свои товары и услуги;
- конкурентоспособность предприятия – это способность выдерживать конкуренцию в сравнении с аналогичными субъектами на данном рынке;

– конкурентоспособность предприятия характеризует величину привлекательности данного предприятия для инвестора.

Проведем анализ конкурентоспособности ГП «ГМЗ №1» – основного поставщика цельномолочной продукции для розничной торговли города Минска. Завод специализируется на производстве фасованных молочных продуктов: молока, кефира, сливок, сметаны, сырков, творожных изделий. Освоено производство йогуртов, майонезов, молока, кефира, сметаны с биодобавками и другой продукции. Ассортимент вырабатываемой продукции составляет около 300 наименований. В табл. 1 приведены данные о производстве продукции за последние годы.

Анализ приведенных данных показывает, что наблюдается рост производства нежирных молочных продуктов (150 %), сыров (172 %), что связано с из-

году – соответственно 56 345 млн руб. и 27 941 млн руб. Показатели рентабельности характеризуют работу предприятия в целом, они более полно, чем прибыль, отражают окончательные результаты хозяйствования, потому что их величина сравнивает полученный эффект с понесенными затратами. Показатели рентабельности ГП «ГМЗ №1» представлены в табл. 3.

Таблица 3. Показатели рентабельности ГП «ГМЗ №1», %

Наименования позиций	2010	2011	2012
Рентабельность собственного капитала	18,6	9,8	10,0
Рентабельность активов	15,4	5,0	6,6
Рентабельность продаж (оборота)	6,7	7,7	6,0
Рентабельность продукции	12,0	9,0	7,0

Удовлетворение потребностей населения в продуктах питания требует, чтобы предприятия пищевой промышленности выполняли план не только по общему объему продукции, но и по номенклатуре, ассортименту и качеству. В 2012 году ГП «ГМЗ №1» успешно справилось с выполнением плана по выпуску товарной продукции. Коэффициент изменений ассортимента по оценкам составил 0,99, т. е. не произошли существенные изменения в ассортиментной политике предприятия. Вся изготавливаемая продукция расфасовывается в одноразовую потребительскую упаковку самых различных видов: пакеты из полиэтилена, пакеты типа «Пюр-Пак», «Тетра-Брик», фольгу, пленку металлизированную, стаканы и коробки из полистирола и другие виды упаковки.

Чтобы успешно конкурировать на внутреннем и

Таблица 1. Объем производства продукции, т

Наименование продукции	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Масло животное	2 532	2 397	2 575
Сыры жирные	284	378	490
ЦМП в пересчете на молоко	201 330	204 222	214 450
Нежирная молочная продукция в пересчете на обрат	24 318	33 876	36 490
СОМ, ЗЦМ	631	775	551
Майонез	1 887	1 455	1 272
Пахта	836	979	1 138
Напитки из сыворотки, сыворотка	1 356	1 521	1 479
Желе	-	-	189
Обезжиренное молоко, давальческое	3 569	4 684	2 592

менением предпочтений потребителей. Производство цельномолочной продукции (молоко, сметана, творог, кефир) остается стабильным.

Себестоимость продукции является важнейшим показателем экономической эффективности производства и определяет конкурентоспособность предприятия. В ней отражаются все стороны хозяйственной деятельности, аккумулируются результаты использования всех производственных ресурсов. Себестоимость продукции по элементам затрат приведена в табл. 2.

Как видно, производство является материалоёмким, наибольшую долю в структуре затрат на производство и реализацию продукции в 2012 году занимают расходы на сырье и материалы – 89,3 %, расходы на оплату труда составляют 5,0 %. Следует отметить, что с каждым следующим годом рассматриваемого периода растет удельный вес материальных затрат из-за увеличения закупочных цен на сырье.

В результате хозяйственной деятельности за 2012 год предприятие получило прибыль в размере 85 003 млн руб., а после уплаты налогов и сборов сумма чистой прибыли составила 52 020 млн руб., в 2011

году – соответственно 56 345 млн руб. и 27 941 млн руб. Показатели рентабельности характеризуют работу предприятия в целом, они более полно, чем прибыль, отражают окончательные результаты хозяйствования, потому что их величина сравнивает полученный эффект с понесенными затратами. Показатели рентабельности ГП «ГМЗ №1» представлены в табл. 3.

Таблица 2. Структура затрат на производство и реализацию продукции

Наименование	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	Сумма, млн руб.	Доля, %	Сумма, млн руб.	Доля, %	Сумма, млн руб.	Доля, %
Полные издержки на произведенную продукцию, всего	289 467	100	384 638	100	624 322	100
в том числе						
материальные затраты	249 384	86,2	337 571	87,8	557 521	89,3
расходы на оплату труда	21 507	7,4	24 281	6,3	31 014	5,0
отчисления на соц. нужды	7 937	2,7	8 894	2,3	12 023	1,9
амортизация основных средств и нематериальных активов	6 950	2,4	9 398	2,4	12 826	2,1
прочие затраты	3 689	1,3	4 494	1,2	10 938	1,7

внешнем рынках предприятию необходимо осуществлять внедрение новых технологий и новых продуктов. В последние годы в ассортиментном перечне ГП «ГМЗ № 1» появилась такая продукция, как напиток молочный «Забава» с содержанием жира – 2,4 %, сыр «Адыгейский» (45 % жира в сухом веществе), а также продукция со вкусовыми наполнителями, майонез «Славянский» (35 % жирности), оливковый и с лимонным соком, напиток молочный сокодержащий «Летний день», сыр «Фету» (45 % жирности), паста творожная «Венский завтрак» – содержание жира – 7 % и 25 %, сырки глазированные «Картошка» (18 % жирности) и др. Предприятие активно позиционирует такие торговые марки, как «Первый молочный», «Славянские традиции», «Минская марка», «Молочная страна», «Депи» (молочные продукты для детей). Эти торговые марки имеют весомые позиции в своих сегментах рынка, узнаваемы и популярны. Широта товарного ассортимента является одним из обязательных условий успешной конкуренции на рынке, так как только расширяя ассортимент, можно в полной мере удовлетворять потребительский спрос, привлекать широкий круг покупателей.

Продукция ГП «ГМЗ № 1» востребована на внутреннем и внешнем рынках. Около 50 % молочных продуктов реализуются в городе Минске, до 20 % – по Республике Беларусь, примерно 25-30 % идет на экспорт (в основном регионы Российской Федерации).

При анализе конкурентоспособности предприятия необходимо определить основных конкурентов, которыми обычно являются [7]:

- во-первых, конкуренты, производящие аналогичную продукцию, объем реализации которой в натуральном и стоимостном выражении ближе всего к соответствующим значениям рассматриваемого предприятия;

- во-вторых, действующие конкуренты в рамках географических границ рынка.

В качестве основных конкурентов ГП «ГМЗ № 1» можно выделить ОАО «Савушкин продукт» (г. Брест) и ОАО «Гормолзавод № 2» (г. Минск) [8-10]. Доля рынка молочной продукции в городе Минске у ГП «ГМЗ № 1» составляет 46 %, у ОАО «Савушкин продукт» – 16 %, у ОАО «Гормолзавод № 2» – 9 %. Предприятиям Минской области здесь принадлежит 14 % рынка, а 15 % занимает продукция других молочных заводов, в том числе российских и дальнего зарубежья. Каждое предприятие пытается расширить границы рынков сбыта. В целом по республике ГП «ГМЗ № 1» принадлежит около 15 % рынка молочной продукции.

Для объективной и правильной оценки конкурентоспособности предприятия необходимо сопоставить собственные возможности с возможностями конкурентов. При этом оценивают производственные мощности и конкурентные позиции предприятий. Так, ГП «ГМЗ №1» за сутки выпускает в пересчете на цельное молоко около 800-950 тонн продукции, ОАО

«Савушкин продукт» – около 1150 тонн, ОАО «Гормолзавод №2» – 650-700 тонн.

Оценка конкурентных позиций ГП «ГМЗ № 1» и предприятий-конкурентов проводилась по методике [11], выбрав в качестве критериев для сравнения следующие факторы:

- широта ассортимента;
- глубина ассортимента;
- цена;
- качество продуктов;
- упаковка;
- продукты с повышенной биологической ценностью;
- привлекательность торговой марки;
- доверие торговой марке.

Здесь ГП «ГМЗ № 1» занимает высокую конкурентную позицию и обладает достаточным потенциалом, чтобы завоевать большую долю рынка и приблизиться к лидеру отрасли – ОАО «Савушкин продукт». Конкурентным преимуществом ГП «ГМЗ № 1» является цена предлагаемых товаров и привлекательность торговой марки, а слабым местом – упаковка товаров, выпуск здорового питания с повышенной биологической ценностью. Именно по этим направлениям должны концентрироваться усилия для повышения конкурентоспособности предприятия.

Как показывает опыт работы молочных заводов, упаковка молока достаточно дифференцирована – 1 л; 0,5 л; 0,25 л. В Беларуси до настоящего времени не продается молоко, упакованное в полутора- и двухлитровые пакеты. Сегодня двухлитровая упаковка занимает в Европе заметное место среди других упаковок для молока. Если ГП «ГМЗ № 1» освоит крупноформатную упаковку, то она сразу может завоевать симпатии покупателей, особенно тех, которые приобретают молоко, чтобы пить, а также для приготовления пищи, выпечки и других целей. Это позволит получить определенные конкурентные преимущества.

Определенную выгоду ГП «ГМЗ № 1» может дать стратегия дифференциации продукта. Она основывается на специализации в изготовлении особой (оригинальной) продукции, имеющей явные отличительные свойства и преимущества, с точки зрения потребителей. При этом предполагается обособление товара на рынке за счет его качественных характеристик. Такими видами продукции могут стать живые йогурты с пробиотической микрофлорой и пребиотиками, сырки глазированные широкого ассортимента. Такая продукция обычно хранится очень короткое время, является более дорогой по сравнению с обычной, но ее полезность для потребителя значительно выше. Глазированные сырки могут иметь начинку из творога, творога и бисквита, взбитую начинку суфле с различными фруктовыми наполнителями, начинку типа «Рафаэлло» и «Баунти». Возможности для осуществления данной стратегии у ГП «ГМЗ № 1» имеются, и они связаны с наличием легко переналажива-

емого оборудования, высоким уровнем подготовки производства, отлаженной деятельностью маркетинговой службы, развитой розничной и мелкооптовой реализацией продукции.

Особое место в ассортименте ГП «ГМЗ №1» занимает детское питание. Оно пока представлено только двумя наименованиями – «детское молоко» и «детский кефир». Здесь следует отметить, что в Республике Беларусь производятся следующие группы молочных продуктов детского питания: пресные (молоко стерилизованное витаминизированное, молоко стерилизованное с лактулозой и др.); кисломолочные (кефир детский, кефир детский витаминизированный, «Бифидобакт детский-0», «Бифитат для детского питания», «Бифидин»); пастообразные молочные продукты (творог ДМ для детского питания с 6 месяцев, полученный путем ультрафильтрации; пастообразные продукты на основе творога ДМ).

Перспективным для ГП «ГМЗ № 1» представляется производство творога для детей в возрасте с шести месяцев, изготавливаемого по ТУ РБ 00028493.480-99. Творог-ДМ для детского питания. Такой творог имеет сбалансированный аминокислотный состав, содержит сывороточные белки, имеющие высокую биологическую и пищевую ценность. Основные ингредиенты – это молоко коровье, сливки из коровьего молока, закваски на чистых культурах молочнокислых стрептококков. Продукт изготавливается на стандартном технологическом оборудовании с использованием ультрафильтрационной установки и деаратора. Упаковывается творог в стаканчики из полипропилена с запайкой.

Творог-ДМ для детского питания выпускают белорусские предприятия:

- ОАО «Рогачевский МКК», г Рогачев;
- ОАО «Молочные продукты», г. Гомель;
- ЧУП «Мозырские молочные продукты», г. Мозырь.

Они расположены в Гомельской области и территориально удалены от г. Минска, как основного рынка сбыта. Поэтому для ГП «ГМЗ №1» возможно быстрое продвижение творога-ДМ для детского питания на рынок Минска и Минской области. Выведя на рынок творог-ДМ для детского питания, предприятие увеличит свою рыночную долю на рынке детских молочных продуктов страны. Это позволит повысить конкурентоспособность предприятия, извлечь дополнительную прибыль, а также будет способствовать решению важной социальной задачи обеспечения детей полезными молочными продуктами.

Заключение

Выводя на рынок новый продукт, необходимо также разработать политику его продвижения. Она может включать следующие мероприятия:

- теле- и радиореклама (рекламные ролики на радио и телевидении в передачах, которые смотрят и слушают потенциальные потребители);
- наружная реклама, которая включает в себя рекламные щиты;
- стимулирование сбыта через призы, конкурсы, лотереи, игры;
- формирование положительного общественного мнения через организацию различных мероприятий;
- спонсорская поддержка (например, по питанию детей в домах-интернатах);
- организация сбыта в детских садах, школах, учреждениях здравоохранения и общественного питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говорова, Н. Конкурентоспособность – основной фактор развития современной экономики / Н. Говорова // Проблемы теории и практики управления, 2006. – № 4. – С. 24-29.
2. Головачев, А. С. Конкурентоспособность предприятия: факторы, методы оценки и выбор стратегии развития / А. С. Головачев // Труды Минского института управления, 2007. – № 1. – С. 36-74.
3. Овечкина, О.М. Маркетинговый анализ как средство достижения конкурентоспособности белорусских товаров и фирм / О.М. Овечкина // Новая экономика, 2009. – №5-6. – С. 81-92.
4. Тимошенко, М.В. Экономическая сущность категории «конкурентоспособность» / М.В. Тимошенко // Агропанорама, 2012. – № 1. – С. 44-48.
5. Головачев, А.С. Экономическая теория: курс лекций / А.С. Головачев, И.В. Головачева, Э.А. Лутохина. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2005. – 240 с.
6. Багиев, Г.Л. Маркетинг: учеб. для вузов / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х.Анн. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 736 с.
7. Лифиц, И.М. Конкурентоспособность товаров и услуг / И.М. Лифиц. – Москва: Юрайт-Издат, 2009. – 464 с.
8. Официальный сайт ГП «ГМЗ №1» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belmilk.by>. – Дата доступа: 16.03.2013.
9. Официальный сайт ОАО «Гормолзавод №2» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gmz2.by>. – Дата доступа: 16.03.2013.
10. Официальный сайт ОАО «Савушкин продукт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.brestmilk.by>. – Дата доступа: 16.03.2013.
11. Голубков, Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика / Е.П. Голубков. – Москва: Финпресс, 2003. – 314 с.

АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Г. Шашкова, докт. экон. наук, профессор, Н.И. Денисова, канд. экон. наук, доцент,
С.И. Шашкова, ст. преподаватель, И.Н. Гордеев, аспирант (ФГБОУ ВПО «Рязанский
государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»)

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы методологии определения инвестиционной привлекательности регионов. Проводится анализ инвестиционной привлекательности Рязанской области.

The article examines the methodology for determining the investment attractiveness of regions. The analysis of the investment attractiveness of the Ryazan region is carried out.

Введение

Инвестиционная привлекательность региона в настоящее время играет ключевую роль в развитии его экономики. Однако положение многих регионов в данном вопросе остается по-прежнему сложным. Наиболее привлекательными для иностранных инвесторов в 2013 году были Ненецкий АО, Ямало-ненецкий АО и Сахалинская область. Приток прямых иностранных инвестиций на душу населения в этих регионах составил соответственно 12881, 1910, 1607 долл. США. По данным Национального рейтингового агентства, приток прямых иностранных инвестиций на душу населения в Рязанской области в 2013 году составил 5,32 долл. США (67,2 % по отношению к 2012 году). Таким образом, Рязанская область занимает 53 место в рейтинге России. Данные показатели свидетельствуют о низкой инвестиционной привлекательности региона для иностранных инвесторов. Для разработки эффективной политики в области привлечения инвестиций необходимо провести детальный анализ сложившейся ситуации в регионе.

Основная часть

Одним из наиболее успешных и эффективных видов анализа инвестиционной привлекательности региона является анализ, основанный на факторах, определенных комитетом РСПП по международному сотрудничеству, международным советом по сотрудничеству и инвестициям при РСПП, компанией KPMG в рамках исследования «Анализ регионального инвестиционного климата с точки зрения иностранных инвесторов». Данная методика была актуализирована экспертами фонда «Центр стратегических разработок» и KeyPartner таким образом, чтобы можно было проводить сравнительный анализ инвестиционного климата регионов.

По данной методике факторы инвестиционной привлекательности региона разделяются на два вида: «мягкие» и «жесткие».

К «жестким» факторам относят:

- географическое положение региона;
- природные ресурсы;
- количественные параметры рынка труда;
- объем внутреннего рынка;
- уровень развития транспортной и энергетической инфраструктуры.

К «мягким» факторам относят:

- поиск взаимовыгодного баланса между интересами региона и инвестора;
- оказание агентствами развития объективной и профессиональной поддержки бизнесу;
- предоставление значимых для бизнеса и доступных финансовых и налоговых льгот, необремененных дополнительными скрытыми обязательствами;
- создание эффективных каналов коммуникации между властью и бизнесом;
- анализ опыта других регионов и внедрение проектов, доказавших свою эффективность.

«Жесткие» факторы – это географическое положение, природные ресурсы, рынок труда и объем внутреннего рынка, а также транспортная и энергетическая инфраструктура. Политика региональных властей может оказать влияние только на «мягкие» факторы, а «жесткие» факторы поддаются изменениям только в долгосрочной перспективе.

Для выявления инвестиционной привлекательности Рязанской области авторы провели анализ «мягких» факторов на примере шести регионов ЦФО: Рязанской области и граничащих с ней Владимирской, Тульской, Липецкой, Тамбовской и Ивановской областей (табл. 1).

В качестве мягких факторов и их индикаторов выбраны:

1. Человеческий капитал:

- а) уровень развития системы высшего профессионального образования: число студентов на 10 тысяч человек населения;
- б) возрастной состав населения: население в трудоспособном возрасте в процентах от общей численности населения;

Таблица 1. Анализ мягких факторов инвестиционной привлекательности регионов

Фактор	Индикатор	Рязанская область	Владимирская область	Тульская область	Липецкая область	Тамбовская область	Ивановская область
Человеческий капитал	Уровень развития системы высшего профессионального образования: число студентов на 10 тысяч человек населения (2012/2013 гг)	432,00	319,00	292,00	300,20	357,21	402,90
	Возрастной состав населения: население в трудоспособном возрасте в процентах от общей численности населения (2012 год)	58,48	58,10	57,37	58,54	58,90	-
	Социальная удовлетворенность: число прибывших из других регионов России в 2012 году в процентах от общего числа прибывших и выбывших	22,83	21,19	16,65	-	34,36	-
	Нормированный индекс по фактору «Человеческий капитал»	0,69	0,31	0,00	0,27	0,82	0,26
Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний	Объем накопленных прямых инвестиций с 2010 по 2012 год, млн руб.	160489,95	169981,90	231475,00	196833,60	115136,00	87028,30
	Нормированный индекс по фактору «Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний»	0,51	0,57	1,00	0,76	0,19	0,00
Бюджетные возможности финансовой поддержки инвестиционной деятельности	Дотационность бюджета (соотношение безвозмездных перечислений и общих бюджетных доходов, в %) 2012 год	37,50	-	-	17,87	-	-
	Валовой региональный продукт, миллионов рублей (2011 год)	210435,50	256409,2	272 462,80	285 884,00	182305,10	127219,00
	Нормированный индекс по фактору "Бюджетные возможности финансовой поддержки инвестиционной деятельности"	0,76	0,41	0,46	0,50	0,17	0,00
Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов		0,00	2,00	0,00	3,00	0,00	1,00
	Индустриальные парки (кол-во и название)		Струнино Ставропольский		Грязинский, Кузнецкая слобода, Липецк		Родники
	Особая экономическая зона (кол-во и название)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Технопарки (кол-во и название)	0,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Бизнес-инкубатор (наличие 1, отсутствие 0)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Нормированный индекс по фактору «Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов»	0,00	0,83	0,17	0,67	0,17	0,33

с) социальная удовлетворенность: число прибывших из других регионов России в 2011 году в процентах от общего числа прибывших и выбывших.

2. Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний:

а) объем накопленных прямых инвестиций за три года, млн руб.

3. Бюджетные возможности финансовой поддержки инвестиционной деятельности:

а) дотационность бюджета (соотношение безвозмездных перечислений и общих бюджетных доходов, %);

б) валовой региональный продукт, млн рублей.

4. Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов:

- а) индустриальные парки (кол-во и название);
- особая экономическая зона (кол-во и название);
- с) технопарки (кол-во и название);
- д) бизнес-инкубатор (наличие 1, отсутствие 0).

Значения каждого индикатора были пронормированы по следующим формулам:

$$1) \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} - \text{для показателей, высокие значения которых улучшают инвестиционный климат;}$$

$$2) 1 - \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} - \text{для показателей, высокие значения которых ухудшают инвестиционный климат,}$$

где X_i – значение индикатора для данного региона,

$X_{\min}$ – минимальное значение индикатора, $X_{\max}$ – максимальное значение индикатора.

В табл. 2 приведены значения нормированных индексов по каждому фактору.

Регион, который набрал наибольшее количество баллов по «мягким» факторам, и является самым привлекательным регионом для инвесторов. Места, которые занимают области по каждому из нормированных индексов, а также по общему индексу «мягких» факторов, представлены на рис. 1.

По итогам данного анализа из представленных регионов самым привлекательным является Липецкая область, которая набрала 0,55 баллов. Рязанская область занимает третье место в данном списке.

Проблемными факторами в Рязанской области, влияющими на инвестиционную привлекательность региона, являются факторы «Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний» и «Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов

инвесторов» [1].

Для того чтобы конкурировать с соседними регионами и повлиять на фактор «Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний», необходимо в первую очередь увеличить информированность инвесторов о существующем успешном опыте реализации инвестиционных проектов. В настоящее время наиболее крупные предприятия с иностранным капиталом – это ЗАО «НБ-РЕТАЛ» – производство преформ для жидких и сыпучих пищевых продуктов (Литва), ООО «Рязаньвест» – производство кожаной обуви (Германия), ООО «СФАТ-Рязань» – ремонт и обслуживание железнодорожных вагонов (Англия), ООО «Компания смазочных материалов ТНК-Тексако» – продажа смазочных масел (США), ООО «ТАТСУНО С-БЕНЧ» – производство и реализация топливно-раздаточных колонок (Япония, Чехия), «Аутомотив Лайтинг» – производство автомобильной светотехники (Германия), ЗАО «Изабель» – производство швейных изделий (Италия), ООО «Эжен Бужеле Вайн» – розлив безалкогольных напитков, пива и легкого вина (Кипр). Кроме этого, в настоящее время продолжается работа над созданием центра обработки данных

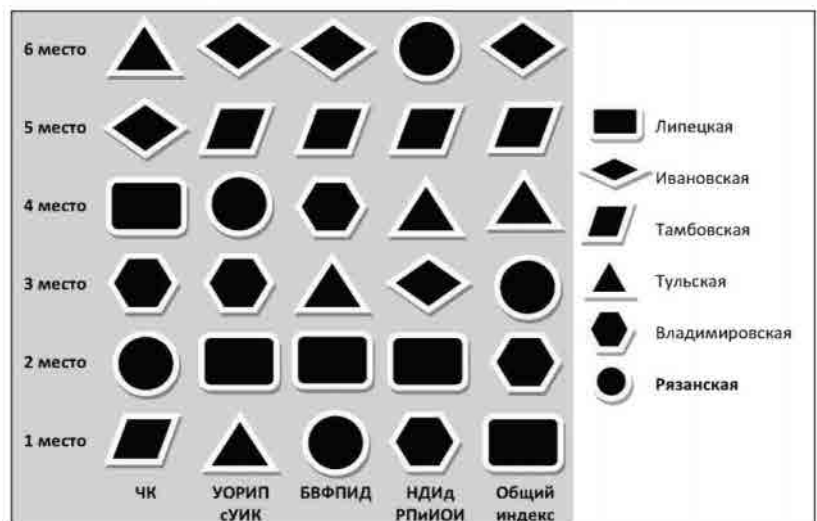


Рисунок 1. Места исследуемых районов ЦФО по каждому из нормированных индексов «мягких» факторов

Таблица 2. Значения нормированных индексов по каждому фактору

Индикатор	Рязанская область	Владимирская область	Тульская область	Липецкая область	Тамбовская область	Ивановская область
Нормированный индекс по фактору «Человеческий капитал»	0,69	0,31	0,00	0,27	0,82	0,26
Нормированный индекс по фактору «Успешный опыт реализации инвестиционных проектов с участием иностранных компаний»	0,51	0,57	1,00	0,76	0,19	0,00
Нормированный индекс по фактору «Бюджетные возможности финансовой поддержки инвестиционной деятельности»	0,76	0,41	0,46	0,50	0,17	0,00
Нормированный индекс по фактору «Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов»	0,00	0,83	0,17	0,67	0,17	0,33
Общий индекс по мягким факторам	0,49	0,53	0,41	0,55	0,34	0,15

и(или) хранения данных в г. Сасово компанией ООО «Яндекс-ДЦ», заводом высокопрочного крепежа «Бервел» в Рыбновском районе.

Главными информационными площадками для инвесторов в Рязанской области являются официальный сайт правительства Рязанской области, портал министерства экономического развития и торговли Рязанской области и инвестиционный портал Рязанской области. Наиболее полная информация о реализованных и реализующихся инвестиционных проектах, о площадках для реализации собственных проектов собрана на инвестиционном портале. Для того чтобы пользователи без труда могли найти всю необходимую информацию, необходимо добавить кнопки прямого перехода на инвестиционный портал с двух других площадок.

Важным моментом в работе с потенциальными инвесторами является выбор целевой группы инвесторов. Авторы публикации предлагают разбить всех инвесторов на три группы: «несогласные», «согласные» и «колеблющиеся». В первую группу войдут те инвесторы, которые категорически отказываются инвестировать в Рязанскую область. «Согласные» – это те, кто готов инвестировать при соблюдении определенных условий. К ним можно отнести такие организации, как ABN AMRO Private Equity, Accel Partners, International Finance Corporation, The European Bank for Reconstruction and Development, DEG – Deutsche Investitions – und Entwicklungsgesellschaft mbH, FMO – the Nederlandse Financierings-Maatschappij voor Ontwikkelingslanden, NV FINNFUND, Global Environment Emerging Markets fund (GEEMF I и GEEMF II), Morgan Stanley Global Emerging Markets Private Investment Fund L.P., The Environment Investment Facility for Central and Eastern Europe, The Investment Fund for Central and Eastern Europe, Baring Communications Equity Emerging Europe, Alliance Scan East Fund, Framlington Russian Investment Fund, Nordic Investment Bank. Эти организации специализируются на инвестировании проектов в Российской Федерации и других странах с развивающейся и переходной экономикой. Несмотря на существование подобных организаций и возможность взаимодействия с ними при реализации проектов на территории Рязанской области (при соблюдении условий, которые выдвигают данные организации к инвестиционным проектам), для диверсификации и модернизации экономики региона и страны в целом, стимулирования экономического роста необходимо привлекать частные инвестиции. Именно частные инвесторы чаще всего относятся к группе «колеблющихся» инвесторов. Они, как правило, еще не сформировали четкого представления об инвестиционном климате Рязанской области, интересуются новыми рынками и готовы сотрудничать с интересными площадками.

По данным совместного исследования КПИМГ и РСПП, в отзывах иностранных инвесторов четко прослеживаются определенные опасения, что региональные власти будут в приоритетном порядке уделять внимание длительной работе по созданию привлекательного делового климата на основе установленных «центром» правил и предписаний в ущерб решению

каждодневных задач, дающих инвесторам возможность успешно вести бизнес в регионе. Основными факторами, позволяющими инвесторам убедиться в возможности ведения успешного бизнеса в регионе, являются человеческий фактор, преодоление бюрократии и постоянное улучшение процессов взаимодействия с инвесторами.

Создание благоприятного инвестиционного климата в Рязанской области уже осуществляется. В регионе приняты:

- Долгосрочная целевая программа "Повышение инвестиционного потенциала Рязанской области в 2012 – 2014 годах".
- Закон Рязанской области о государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Рязанской области (18.03.2009 г.).
- Комплексная программа социально-экономического развития Рязанской области на период 2013-2017 гг.
- Разработан и запущен двуязычный инвестиционный портал Рязанской области (русский и английский языки) – www.invest-r.ru.
- Создана Корпорация развития Рязанской области (www.rccd.ru) [2].

Для дальнейшего развития инвестиционного климата Рязанской области необходимо в первую очередь детально проанализировать мнения инвесторов, с тем чтобы понять, что сделано в области правильно и дает положительные результаты, а что – нет. На основе полученных данных в максимально сжатые сроки внедрить инициативы по улучшению содержательного компонента инвестиционной политики региона, которые отвечают реальным потребностям действующих и потенциальных инвесторов.

Приоритетными направлениями деятельности для привлечения инвесторов в Рязанскую область на основе сложившихся условий должны стать:

1. Работа с «человеческим фактором»:
 - глава региона (должен стать первым контактным лицом для ключевых инвесторов и сформировать специальную группу, которая будет работать с другими инвесторами, гарантировать своевременное получение результата и форсировать решение проблем);
 - инвестиционные команды (должны хорошо понимать, что необходимо инвесторам, иметь достаточный политический вес, чтобы успешно преодолевать препятствия, добиваться требуемых результатов, успешно запускать инвестиционный проект);
 - органы местного самоуправления/органы государственной власти (должны накапливать и анализировать положительный опыт инвесторов в регионе, информировать о нем других инвесторов, уметь видеть проблемы с позиции инвесторов и оказывать им полную поддержку).
2. Работа с преодолением бюрократических барьеров:
 - умение поставить себя на место инвестора (выявлять правила, мешающие развитию бизнеса, отслеживать проблемы, волнующие инвесторов и решать их);

- умение преодолевать препятствия (вовлечение высших должностных лиц администрации в рамках законодательства для преодоления препятствий, возникающих при запуске инвестиционного проекта);

- умение понимать нужды и потребности каждого инвестора;

- внедрение современного образа мышления и отношения к работе с инвесторами на всех уровнях государственного аппарата.

3. Работа по непрерывному улучшению процесса взаимодействия с инвестором:

- взаимодействие с инвесторами на всем протяжении инвестиционного процесса.

Повлиять на фактор «Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов» можно путем создания в регионе индустриальных парков, особой экономической зоны, технопарков и бизнес-инкубаторов. В настоящее время кластерная политика Рязанской области направлена на создание инновационно-промышленного парка «Варские», создание IT-парка в г. Сасово, создание агропромышленного кластера в Александро-Невском районе, промышленно-производственного кластера в Пронском районе, цементного кластера в г. Михайловске, фармацевтического и туристического кластера в Рязанском районе и технопарка в Рыбновском районе.

В основу кластерной политики Рязанской области заложена исторически сложившаяся региональная база отраслевой специализации экономики, имеющих ресурсных возможностей, знаний и интеллектуального потенциала.

Сформирован цементный кластер на территории месторождений известняка и глин Михайловского района. Помимо Серебрянского цементного завода компании «Базэлцемент», Михайловского цементного завода «Евроцемент групп», правительство Рязанской области заключило соглашение о сотрудничестве еще с несколькими крупными игроками цементного рынка. Территориальная концентрация данных производств позволяет совместно с сетевыми организациями обеспечить их необходимой инфраструктурой с максимально низкими издержками.

Следующий проект – строительство в Рязанском районе фармацевтического производственного комплекса по производству лекарственных средств на основе био- и нанотехнологий, который станет «ядром» фармацевтического кластера. С поэтапным вводом производственных мощностей будет создано более 700 рабочих мест, которые «под заказ» обеспечиваются кадрами из числа выпускников Рязанского медуниверситета.

В поселке Варские Рязанского района формируется инновационный кластер, концепцией которого предусматривается создание на территории более 900 га современной научно-производственной и социальной инфраструктуры, удобной не только для разработки и внедрения новых технологий, но и для проживания работающих там людей.

Основные экономические ориентиры Рязанской области определены в «Комплексной программе со-

циально-экономического развития Рязанской области на период 2013-2017 годов», согласно которой проведение активной кластерной политики указано в качестве приоритетов.

Первая Муниципальная индустриальная зона «Турлатово» или «Индустриальный инкубатор» – проект, адаптированный для представителей малого и среднего бизнеса – по сути, новый формат промышленной недвижимости, не имеющий аналогов в стране.

Этот проект является моделью построения взаимодействия частного бизнеса – собственника перспективного для освоения земельного участка с администрацией муниципального образования. Плюсы здесь очевидны: собственник – развивает земельный участок, основываясь на потребностях потенциальных резидентов, а муниципалитет – обеспечивает условия для такого развития путем решения вопросов административного характера и взаимодействия с сетевыми предприятиями обеспечивающей инфраструктуры.

Заключение

В итоге, бизнес запускает предприятие в максимально короткие сроки, муниципалитет и регион получают новые рабочие места и налоги, собственники сетей – дополнительных потребителей.

Сейчас подготовлены изменения в Закон Рязанской области «О государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Рязанской области», которые вводят понятия «промышленный парк», «резидент промышленного парка», а также определяют размеры и формы государственной поддержки резидентов промышленных парков.

Кроме того, будет создан Инвестиционный фонд Рязанской области. Бюджетные ассигнования фонда будут использоваться в целях реализации инвестиционных проектов, осуществляемых на принципах государственно-частного партнерства. Ресурсы данного института развития в приоритетном порядке будут направляться именно на инфраструктурное развитие промышленных парков.

Таким образом, мероприятия, которые сейчас реализуются и планируются в Рязанской области, приведут к улучшению инвестиционного климата и, соответственно, повысят инвестиционную привлекательность области для иностранных инвесторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степура, Е.Е. Продуктивность пивоваренных сортов ярового ячменя в условиях Рязанской области. Инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства: матер. междунауч. конф. / Е.Е. Степура, Д.В. Виноградов. – Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 329-332.

2. Бышов, Н.В. Каталог основных завершенных научно-технических разработок (инноваций), предлагаемых к реализации в АПК / Н.В. Бышов, Д.В. Виноградов, С.А. Морозов. – 2-е издание, пер. и доп. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 98 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАНАЛОВ СБЫТА ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

О.Ю. Шанько, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены основные каналы сбыта плодоовощной продукции сельскохозяйственными предприятиями Минской области и их роль в формировании прибыли.

The article considers the main channels of horticultural products distribution by agricultural enterprises of Minsk region and their role in the profit formation.

Введение

Аграрное производство, как и любое другое производство, всегда ориентировано на реализацию продукции потребителю. В зарубежных странах сельскохозяйственные производители в этих целях используют разнообразные каналы сбыта. В странах Западной Европы товарная продукция частично реализуется самими фермерами на сельскохозяйственных рынках, ярмарках, магазинах, придорожных лотках или непосредственно на ферме, однако основная ее часть сбывается через специализированные субъекты рыночной инфраструктуры: оптовые рынки, аукционы, товарные биржи. В Республике Беларусь основная масса плодоовощной продукции реализуется производителями в розничную торговую сеть и переработку напрямую или через предприятия оптовой торговли, не вовлекая в процесс сбыта специализированные сбытовые организации рыночного типа. В то же время, создание в республике предусмотренных Государственной комплексной программой развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011-2015 годах интеграционных комплексов, включающих полный цикл производства, хранения, переработки и реализации овощей, плодов и ягод для производства конкурентоспособной импортозамещающей и экспортоориентированной продукции, а также формирование единой системы сбыта сельскохозяйственной продукции стран-участниц таможенного союза, требует дальнейшего развития рыночных отношений в плодоовощном подкомплексе, устранения устаревших форм взаимоотношений между производителями и потребителями, перехода к более прогрессивным и перспективным формам организации сбытовой деятельности.

Основная часть

В целях оценки экономической эффективности каналов и форм сбыта плодоовощной продукции, автором публикации проведен соответствующий анализ на примере 76 сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хо-

зяйств Минской области за период с 2008 по 2012 гг. В результате выявлены следующие каналы реализации плодоовощной продукции:

- реализация предприятиям розничной торговли;
- реализация предприятиям оптовой торговли;
- реализация перерабатывающим предприятиям;
- реализация государственному заказчику (бюджетные организации: школы, детские сады, больницы, войсковые части и др.);
- самостоятельная реализация сельскохозяйственными производителями через объекты собственной (в т.ч. фирменной) торговли и сезонные ярмарки;
- реализация через оптовый плодоовощной рынок;
- реализация работникам в счет оплаты труда;
- иная реализация (реализация предприятиям общественного питания, прочим юридическим лицам, в т.ч. в счет оплаты за продукцию, работы/услуги и др.).

Динамика изменения структуры реализации плодоовощной продукции по каналам на протяжении 2008-2012 годов представлена в табл. 1.

Как видно из таблицы 1, основным каналом реализации плодоовощной продукции сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами Минской области являются прямые поставки предприятиям розничной торговли, на долю которых в разные годы приходилось от 51,99 % до 47,19 % общего объема реализации овощей, плодов и ягод. За 5 лет исследуемыми предприятиями указанным способом реализовано 137332,59 тонн

Таблица 1. Структура реализации плодоовощной продукции по каналам, % к общему объему реализации

Канал реализации	2008	2009	2010	2011	2012
Предприятия розничной торговли	50,06	51,99	50,83	48,91	47,19
Предприятия оптовой торговли	20,8	19,74	21,37	26,11	25,01
Самостоятельная реализация	10,3	10,72	11,02	9,77	13,88
Перерабатывающие предприятия	8,54	8,18	8,69	9,88	8,01
Государственный заказчик	5,55	4,07	3,9	2,41	2,72
Оптовый рынок	2,24	1,63	1,3	0,83	0,97
Оплата труда работников	0,53	0,65	0,67	0,57	0,37
Иная реализация	1,98	3,02	2,22	1,52	1,85
Итого	100	100	100	100	100

(или 49,69 % общего объема реализации) плодоовощной продукции. Причем, если в 2008 году розничным торговым предприятиям ее реализовано 21747 тонн, то к 2012 году объем годовой реализации увеличился до 29499 тонн. Наибольший рост физических объемов поставок плодоовощной продукции предприятиям розничной торговли (в 1,26 раза) отмечен в 2009 году по сравнению с 2008 годом, после принятия Постановления Министерства торговли Республики Беларусь от 15.01.2009 г. № 4 «Об ассортиментных перечнях товаров», обязывающего розничные торговые предприятия закупать и реализовывать плоды и овощи белорусского производства – капусту, морковь, лук, свеклу, помидоры, огурцы, яблоки.

За 2008-2012 годы количество сельскохозяйственных производителей, использующих в своей сбытовой деятельности канал прямых поставок плодоовощной продукции предприятиям розничной торговли, увеличилось в 1,39 раз, составив 52,70 % всех производителей плодоовощной продукции из числа исследуемых.

Вторым по объемам каналом реализации плодоовощной продукции является сбыт предприятиям оптовой торговли, включая заготовительные организации. Через данный канал сельскохозяйственными предприятиями за период с 2008 по 2012 год реализовано 62769 тонн, что составляет 21,71 % общего объема реализации. Причем, на протяжении 5-летнего периода наблюдался устойчивый рост объемов реализации плодоовощной продукции предприятиям оптовой торговли. Так, если в 2008 году сельскохозяйственными производителями через указанный канал реализовано 9035 тонн, то в 2012 году по сравнению с 2008 годом объемы реализации выросли в 1,73 раза и достигли 15633 тонн.

Количество сельскохозяйственных предприятий, осуществляющих поставки плодоовощной продукции предприятиям-оптовикам, за рассматриваемый период также увеличилось. Если в 2008 году данный канал в своей сбытовой деятельности применяло 47,62 % организаций-производителей плодоовощной продукции, то к 2012 году их число выросло в 1,37 раза, составив 55,41 % организаций.

Существенную роль в структуре сбыта плодоовощной продукции играет самостоятельная реализация продукции сельскохозяйственными предприятиями, на долю которой в 2012 году приходилось 13,88 % реализованной продукции. Данный вид реализации включает реализацию продукции сельскохозяйственным производителем с привлечением своих же работников через собственные и/или арендованные лотки, ларьки, места на рынках, автомагазины, фирменные магазины, а также реализацию на сезонных сельскохозяйственных ярмарках. Через данный канал в 2012 году реализовано 8674 тонн продукции, что в 1,94 раза больше, чем в 2008 году. На самостоятельную реализацию в среднем за 2008-2012 годы приходится 11,14 % сбыта плодоовощной продукции. В 2012 году к самостоятельному сбыту плодоовощной продукции прибегло 66,22 % организаций из числа исследуемых.

По сравнению с рассмотренными выше каналами, поставки плодоовощной продукции перерабатывающим предприятиям выглядят менее значимыми. Несмотря на то что за период с 2008 по 2012 годы объемы продукции, реализованной в переработку, выросли с 3709 тонн до 5077 тонн, в среднем составив 4805,8 тонн в год, значение указанного канала в структуре сбыта принципиально не изменилось (8,54 % реализации в 2008 году, 8,01 % – в 2012 году). Реализацию плодоовощной продукции перерабатывающим предприятиям осуществляют в среднем 46,02 % сельскохозяйственных производителей. Причем, среди крестьянских (фермерских) хозяйств такие предприятия составляют 33,55 %, а среди иных сельскохозяйственных организаций – 50,05 %.

Некоторая часть произведенной плодоовощной продукции поставляется государственному заказчику – организациям, финансируемым за счет средств бюджета. К их числу относятся подразделения министерства обороны и других силовых ведомств, учреждения образования, культуры и спорта, здравоохранения и иные организации. На протяжении 2008-2012 годов наблюдалась тенденция постепенного сокращения объемов реализации плодоовощной продукции государственному заказчику. Если в 2008 году по данному каналу поставлено 2409 тонн плодоовощной продукции, в 2009 году – 2137 тонн, то в 2012 году – 1698 тонн. Удельный вес поставок для государственных нужд в общей структуре реализации плодоовощной продукции за 5-летний период сократился в 2,04 раза (с 5,55 % в 2008 году до 2,72 % в 2012 году). Среди предприятий, осуществляющих поставки плодоовощной продукции для нужд государственных заказчиков, доминируют сельскохозяйственные организации, на долю которых приходится 92,45 % объема поставок государственным заказчикам за 2008-2012 годы.

На рассмотренные выше каналы приходится порядка 96 % объемов реализации плодоовощной продукции предприятиями Минской области. На долю прочих каналов реализации, таких как реализация на оптовом продовольственном рынке, реализация собственным работникам в счет оплаты их труда, реализация в счет оплаты товаров/работ/услуг сторонних организаций, реализация собственным предприятиям общественного питания и др. в разные годы приходилось от 2,92 % (2011 год) до 5,3 % (2009 год), а в среднем за 2008-2012 годы – 4,07 %, т.е. данные каналы существенным образом не влияют на структуру сбыта плодоовощной продукции.

Среди исследуемых предприятий в среднем 27,67 % (31,75 % в 2008 году и 25,68 % в 2012 году) в своей работе используют только один канал реализации, в то время как в среднем 2,87 % предприятий (1,59 % в 2008 году и 2,7 % в 2012 году) реализуют продукцию через все возможные каналы.

Дальнейшая работа по изучению каналов сбыта плодоовощной продукции сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами Минской области направлена на определение их эффективности. Для анализа взяты данные за

3-летний период (2010-2012 годы) по 76 хозяйствам региона. В результате проведенного анализа получены следующие результаты.

По мере роста в структуре реализации сельскохозяйственных предприятий плодов, ягод и овощей удельного веса их поставок перерабатывающим предприятиям наблюдается увеличение значения показателя рентабельности реализации продукции. У сельскохозяйственных производителей, осуществляющих поставки плодоовощной продукции в переработку, среднее значение показателя рентабельности реализации равно 25,01 %, а у неосуществляющих – в 1,54 раза меньше и составляет 16,23 %. Кроме того, с ростом объемов поставок плодоовощной продукции в переработку существенным образом сокращается доля предприятий, имеющих убыток от ее реализации. Так, среди убыточных предприятий 57,6 % приходится на субъекты, поставляющие в переработку менее 10 % плодоовощной продукции, 34,8 % – на субъекты, поставляющие в переработку 10-90 % продукции и 7,6 % – на субъекты, поставляющие в переработку более 90 % произведенной плодоовощной продукции. Аналогичная тенденция наблюдается при росте в структуре сбыта плодоовощной продукции ее поставок предприятиям розничной торговли. Среди убыточных сельскохозяйственных предприятий 71,2 % составляют производители, в структуре сбыта которых поставки предприятиям розничной торговли не превышают 10 %, 22,7 % – производители, поставляющие предприятиям розничной торговли 10-90 % продукции и 6,1 % – производители, поставляющие предприятиям розничной торговли более 90 % продукции. Уменьшается доля предприятий, для которых реализация плодоовощной продукции убыточна, и по мере роста в структуре ее сбыта самостоятельной реализации продукции производителем: 48,5 % убыточных предприятий приходится на производителей, самостоятельно реализующих менее 10 % собственной плодоовощной продукции, 36,4 % – на производителей, самостоятельно реализующих 10-90 % плодоовощной продукции и 15,1 % – на производителей, самостоятельно реализующих 90 % и более плодоовощной продукции. В то же время, увеличение объемов поставок плодоовощной продукции предприятиям розничной торговли и самостоятельного сбыта не сопровождается ростом рентабельности реализации. Так, у сельскохозяйственных производителей, реализующих плодоовощную продукцию предприятиям розничной торговли, средняя рентабельность ее реализации составляет 20,64 %, у не реализующих – 19,72 %. У производителей, занимающихся самостоятельным сбытом плодов, ягод и овощей, средняя рентабельность их реализации равна 19,17 %, а у не имеющих собственной торговли – 21,63 %. Анализ такого канала сбыта плодоовощной продукции, как поставки предприятиям оптовой торговли, показал, что количество предприятий, имеющих убыток от реализации плодоовощной продукции, принципиально не изменяется при росте удельного веса канала в структуре сбыта, так же, как не изменяется рентабельность реализации.

В результате проведенного исследования также установлено, что рентабельность реализации и прибыль от реализации 1 тонны плодоовощной продукции выше на предприятиях, использующих в своей сбытовой деятельности одноканальную систему сбыта. Так, при среднем значении прибыли от реализации тонны плодоовощной продукции по региону – 0,3827 млн. руб., а рентабельности реализации – 20,21 %, у сельскохозяйственных предприятий, реализующих овощи, плоды и ягоды собственного производства по 1 каналу, средний размер прибыли от реализации тонны плодоовощной продукции равен 0,6402 млн. руб., а средний показатель рентабельности реализации – 21,95 %. При этом среди сельскохозяйственных производителей, реализующих 100 % выращенных овощей, плодов и ягод предприятиям оптовой торговли, средний размер прибыли от реализации тонны плодоовощной продукции составляет 1,5628 млн. руб., перерабатывающим предприятиям – 1,5148 млн. руб., предприятиям розничной торговли – 0,9971 млн. руб., путем самостоятельной реализации – 0,5889 млн. руб.

Таким образом, в результате проведенного анализа эффективности каналов реализации плодоовощной продукции, установлено, что прибыль от реализации тонны плодов, ягод и овощей наиболее высокая на предприятиях с одноканальной системой сбыта, т.е. системой сбыта, ориентированной на конкретного институционального заказчика. Причем, наиболее эффективными представляются каналы, занимающие второстепенные позиции в сформировавшейся в настоящее время в регионе структуре сбыта, из чего можно сделать вывод, что сложившаяся на предприятиях Минской области структура реализации плодоовощной продукции, недостаточно эффективна и несовершенна.

В последние годы в соответствии с основными государственными программами (Республиканская программа «Детское питание» на 2011-2015 годы, Программа производства плодоовощной консервированной продукции в Республике Беларусь в 2012-2015 годах, Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодородства в 2011-2015 годах [1-3]) в республике уделяется существенное внимание развитию производства импортозамещающей и экспортоориентированной консервированной плодоовощной продукции, что приводит к естественному росту потребностей перерабатывающих предприятий в плодоовощном сырье, при этом, фактические объемы продукции, поставляемой в переработку сельскохозяйственными производителями, значительно отстают от требуемых. Так, ГУ «Миноблплодоовощторг» в 2011 году закуплено 11227 тонн плодоовощного сырья, из которых 4213 тонны (37,5 %) закуплено у сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, в 2012 году закуплено 17734 тонны плодоовощного сырья, из которых 3 484 тонны (19,6 %) закуплено у сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Недостающее сырье предприятия-переработчики вынуждены приобретать у населения.

Однако мелкотоварная ориентация производства населением плодоовощной продукции приводит к существенной разнородности сырья, а любительский характер производства нередко негативно сказывается на его пригодности к консервированию. Отсутствие соответствующего сырья не позволяет в полной мере обеспечить производство качественной импортозамещающей и экспортоориентированной консервированной плодоовощной продукции. В то же время, сельскохозяйственные производители предпочитают не направлять выращенные овощи, плоды и ягоды в переработку, считая данный канал наименее эффективным. Однако результаты проведенного анализа свидетельствуют об обратном.

Трансформация структуры сбыта плодоовощной продукции путем сокращения объемов реализации продукции через менее эффективные каналы при одновременном росте объемов реализации продукции по более эффективному каналу, каковым является поставка продукции напрямую перерабатывающим предприятиям, позволит решить целый ряд проблем. Во-первых, указанные изменения приведут к росту прибыли от реализации продукции у сельскохозяйственных производителей. Во-вторых, в результате увеличения поставок сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами плодоовощной продукции перерабатывающим предприятиям (преимущественно на основании заранее заключенных договоров предварительной контрактации), у сельскохозяйственных производителей появится возможность предварительного планирования и диверсификации посевов в соответствии с запросами переработчиков, а у переработчиков появится возможность заранее регулировать количество, качество и ассортимент закупаемого сырья в соответствии с производственным планом. Кроме этого, расширение практики предварительной контрактации плодоовощного сырья будет способствовать интеграции производителей и переработчиков, обеспечивающей полный цикл производства, хранения, переработки и реализации овощей, плодов и ягод для выпуска конкурентоспособной импортозамещающей и

экспортноориентированной продукции. В-третьих, использование качественного сырья при производстве консервированной плодоовощной продукции положительно отразится на ее конкурентоспособности, что, в свою очередь, приведет к увеличению спроса на импортозамещающую продукцию на внутреннем рынке, а также к росту конкурентного преимущества экспортноориентированной продукции на внешних рынках, включая единый рынок государств-участников таможенного союза.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенного анализа установлено, что сложившаяся в настоящее время структура реализации плодоовощной продукции по каналам не позволяет в полной мере обеспечить выполнение задач основных государственных программ в области производства и реализации плодоовощной продукции. Формирование в республике интеграционных комплексов, включающих полный цикл производства и реализации качественной плодоовощной продукции в свежем и переработанном виде для обеспечения потребностей внутреннего рынка, а также расширение экспорта переработанных овощей, плодов и ягод, требуют проведения некоторых изменений в формах организации сбытовой деятельности в плодоовощном подкомплексе, предусматривающих увеличение сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами объемов поставок плодоовощной продукции в переработку, и расширение практики предварительной контрактации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011-2015 годах.
2. Республиканская программа «Детское питание» на 2011-2015 годы.
3. Государственная программа производства плодовоовощной консервированной продукции в Республике Беларусь в 2012-2015 годах.

Автоматизированная система учета расхода газа

Предназначена для сбора, обработки и представления информации о расходе газа.

Система позволяет в режиме реального времени контролировать расход газа, принимать информацию от первичных датчиков, в качестве которых используются серийные ультразвуковые счетчики производства СОО «МЗЭП-1» г. Брест, и передавать ее на управляющий компьютер.

The diagram shows a central unit labeled '6' with 'CPU' below it. To its left are two columns of input devices: 'Gas flow meters' (1, 2) and 'Energy sources' (3). Above unit 6 is box 4, and to its right is box 5. Below unit 6 is box 7. A vertical stack of boxes on the far right includes 8, 9, 10, 11, and 12. Unit 6 is connected to all these components. At the bottom, there's a label '(220 В)' and a note about power supply: 'Две линии RS-485' and 'Центральная линия шлейфа'. On the right side, a legend lists: 1 - Serial number information; 2 - Address code; 3 - Error correction code; 4 - ID number; 5 - Password; 6 - Address AT Mega 80; 7 - Line address number; 8 - Information received; 9 - Password; 10 - Secondary number; 11 - Data number.

Основные технические данные

Наименование технико-экономических показателей	Ед. изм.	Значение показателей
1. Снижение производственного брака	%	15
2. Устранение ручной подготовки и сопровождения документов	%	90
3. Снижение расхода энергетических ресурсов	%	7
4. Количество одновременно опрашиваемых источников информации	шт.	32
5. Скорость обмена информацией	Мбит/с	1-10
6. Предельная дальность	м	1200-12000

Правила для авторов

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

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

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

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

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

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

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

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер

(если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевого бумаги размером не менее 9х12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата tif с разрешением 300 dpi.

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

аннотацию на русском и английском языках;

фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;

введение;

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

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

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

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

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

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

индекс УДК;

перечень принятых обозначений и сокращений.

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

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

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

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

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется аспирантам, докторантам, соискателям в год завершения обучения.

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

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

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

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

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



Основные технические данные

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

