



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 6/2010

В номере:

***Инновационные технологии –
основа развития АПК***

***Технико-экономическая оптимизация
параметров трансформатора со
схемой соединения обмоток
«звезда – треугольник
с зигзагом»***

***Моделирование режимов работы
сельскохозяйственного
трактора в составе МТА***

***Актуальные направления формирования
в Республике Беларусь рынка овощной
продукции с учетом мировых
тенденций***



С новым, 2011 годом!



Уважаемые коллеги, друзья!

Приближается Новый год! Этот праздник мы всегда встречаем с самыми светлыми и добрыми надеждами и по сложившейся традиции подводим итоги уходящего года, строим планы на будущее.

Прошедший год был годом насыщенной работы во всех сферах многогранной жизни нашего университета, активного внедрения в учебный процесс современных технологий и технических средств обучения, годом новых научных достижений.

Учеными, преподавателями, аспирантами и студентами БГАТУ получены десятки престижных наград на различных международных и республиканских выставках и конкурсах.

В 2010 году более двух тысяч квалифицированных специалистов вышли из стен университета и успешно трудятся не только в агропромышленном комплексе, но и в других отраслях народного хозяйства нашей страны, в ближнем и дальнем зарубежье.

И, безусловно, одним из важнейших событий уходящего Года Качества является вручение университету сертификатов Национальной системы подтверждения и немецкой системы аккредитации соответствия существующей в БГАТУ системы управления требованиям СТБ ISO 9001-2009 и DIN EN ISO 9001-2008.

Наступающий год открывает новую страницу в истории университета. Уверен, что профессионализм и творческое отношение к делу, огромный интеллектуальный потенциал коллектива нашего вуза позволят университету и в будущем году успешно справиться с предстоящими ответственными задачами по подготовке высококвалифицированных инженерно-технических кадров для АПК страны.

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, студентов, аспирантов и всех сотрудников университета с Новым 2011-м годом и Рождеством!

Желаю дальнейших творческих успехов в учебе и труде, удачи и настойчивости в реализации новых замыслов, идей и проектов на благо университета и нашей родной Беларуси!

Дорогие друзья! Счастья, крепкого здоровья, благополучия и праздничного настроения Вам и Вашим близким!

*Н.В. Казаровец,
ректор университета*

АГРОПАНОРАМА 6` (82) 2010

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован Госкомитетом
республики Беларусь по печати.
Регистрационный номер № 1324.

Учредитель
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»

Редколлегия:

Казаровец Н.В. – гл. редактор;
Прищепов М.А. – зам. гл. редактора;

Члены редколлегии:

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

Леван В.Г. – ответственный секретарь;
Цындрина Н.И. – редактор.

Компьютерная верстка
Медведев В.С.

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333, 324
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14
Факс (017) 267-25-71
E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-
макета 21.12.2010 г.
Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Зак. № 1210 от 20.12.2010 г.
Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ.
ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г.
БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99, к.2
Выходит один раз в два месяца.
Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

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

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

- Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич**
Инновационные технологии – основа развития АПК.....2
- Г.И. Гедроить**
Уплотнение почв ходовыми системами сельскохозяйственных
машин.....8
- О.Ч. Ролич, Е.В. Галушко, М.А. Прищепов**
Технология моделирования динамики пространственного
распределения термодинамических величин в
объекте автоматизации.....13

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства

- В.Г. Самосюк**
Приоритетные направления технико-технологического
развития отрасли животноводства.....16

Энергетика. Транспорт

- М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, Г.И. Янукович**
Технико-экономическая оптимизация параметров
трансформатора со схемой соединения обмоток
«звезда – треугольник с зигзагом».....24
- Н.Е. Шевчик, В.И. Русан, А.А. Солдатенко,
А.Л. Тимошук, В. В. Викторovich**
Прибор для диагностирования асинхронных электродвигателей....31
- Н.А. Поздняков, В.В. Шилов, Т.А. Варфоломеева**
Моделирование режимов работы сельскохозяйственного
трактора в составе МТА.....35

Технический сервис в АПК. Экономика

- Г.И. Гануш, С.Л. Белявская**
Актуальные направления формирования в Республике Беларусь
рынка овощной продукции с учетом мировых тенденций.....39

- Перечень статей, опубликованных в журнале
«Агропанорама» в 2010 году.....45**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ –
ОСНОВА РАЗВИТИЯ АПК**

**Л.В. Кукреш, академик НАН Беларуси, П.П. Казакевич, член-корреспондент НАН Беларуси
(НАН Беларуси)**

Аннотация

Рассмотрены основные технологические и технические аспекты реализации инновационных агро-технологий в Беларуси.

The main technological and technical aspects of the implementation of innovative agricultural technologies in Belarus were analyzed.

Введение

В результате постоянного внимания Главы государства и Правительства к агропромышленному комплексу, трудовым успехам сельскохозяйственных организаций, в Республике Беларусь сложилась устойчивая тенденция наращивания производства сельскохозяйственной продукции. Во всех категориях хозяйств уровень годового производства зерна составляет порядка 9 млн. тонн, молока – около 7 млн., мяса – более 1,2 млн. тонн. В расчете на душу населения по основным видам сельскохозяйственной продукции Беларусь занимает первое место в СНГ. По ряду позиций она приближается к лучшим европейским показателям. Так, по душевому производству зерна и молока республика занимает четвертое место в Европе, а льна и картофеля – первое в мире. Стабильно развивается аграрный экспорт. В 2009 году по системе предприятий Минсельхозпрода он составил почти 2 млрд. долларов США.

Вместе с тем результаты работы аграрной отрасли не в полной мере адекватны потенциалу почвенно-климатических ресурсов страны и уровню инвестиций государства, как по производственным показателям, так и в плане состояния аграрной экономики. Поэтому актуальными задачами дальнейшего развития сельского хозяйства на нынешнем этапе являются существенное наращивание производства сельскохозяйственной продукции в объемах, полностью обеспечивающих внутреннюю потребность страны и экономически целесообразный экспорт, повышение экономической эффективности аграрного производства, в первую очередь на основе внедрения новейших инновационных технологий в растениеводстве и животноводстве. Только такой путь обеспечит выход сельскохозяйственного производства на самофинансирование при сложившемся уровне государственной поддержки.

Основная часть

**Технологические аспекты инноваций в
сельском хозяйстве**

Инновационное развитие отрасли предполагает переход на новейшие формы организации производ-

ства, сорта растений и породы животных, передовые технологии в растениеводстве и животноводстве с использованием новейших технических средств. Теоретическую базу этого процесса обеспечивает аграрная наука, которая в Беларуси находится на достаточно высоком уровне. Ее достижения широко используются не только нашими сельскохозяйственными организациями, но и в сопредельных государствах СНГ, Прибалтики. Например, сорта селекции Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию возделываются в Латвии, Литве, Украине, в 36 областях Российской Федерации и в различных регионах других зарубежных стран. В системе государственного сортоиспытания сорта озимой ржи отечественной селекции достигали урожайности 97,4 ц/га (Молодечненская сортоиспытательная станция), озимого тритикале – 107,4 (Щучинский ГСУ), озимой пшеницы – 119,7 ц/га (Каменецкий ГСУ). Сельскохозяйственному производству республики предложены направления инновационного развития практически по всем отраслям аграрного производства.

Наряду с использованием достижений отечественной науки, у руководителей и специалистов, как регионов, так и сельскохозяйственных организаций, вполне закономерно возрастает интерес и к зарубежной, в первую очередь европейской, практике, где сельхозпроизводители достигли более высоких показателей в аграрном производстве, чем Беларусь.

Заимствование зарубежного опыта всегда положительно. Это важный источник создания высокого инновационного фона функционирования аграрной отрасли. Вместе с тем следует иметь в виду, что в отличие от других сфер реального сектора экономики, сельское хозяйство, особенно растениеводство, имеет существенную специфику в восприятии зарубежной практики. Если детали машин у нас можно изготовить по чертежам иностранных фирм, то культуры, сорта растений и породы животных далеко не всегда пригодны для республики вообще. Некоторые из них нужно адаптировать к местным природно-климатическим условиям, иначе, затратив большие средства на инновацию, можно получить отрицатель-

ный результат, что имело место в ряде хозяйств и впервые.

Специфику наших природно-климатических условий предопределяет географическое положение страны, вследствие которого по ряду факторов, регулирующих динамику развития сельскохозяйственных растений и определяющих потенциал их продуктивности, имеются существенные отличия от западноевропейского региона. В основном, это относится к температуре, осадкам, приходу фотосинтетически активной радиации солнца и величины вегетационного периода, определяющего длительность вегетативного и генеративного процессов сельскохозяйственных растений [1].

Пониженная относительно западноевропейских регионов среднесуточная температура, при достаточном количестве влаги и высокой относительной влажности воздуха, низкий уровень солнечной радиации, малое содержание в спектре солнечного сияния ультрафиолетовых лучей, помимо ограничения продуктивности сельскохозяйственных культур, оказывает отрицательное влияние на качество их растительной продукции. Это также создает оптимальный фон для развития практически всех вредоносных объектов (сорняки, болезни, вредители), что в условиях нашей страны требует более затратных агротехнических, биологических и химических технологий защиты растений. В значительной мере изложенная климатическая информация оказывает влияние и на сельскохозяйственных животных. Поэтому далеко не всегда зарубежный генофонд растений и животных пригоден для использования в условиях Беларуси. Применительно к растениям выбор сортов следует проводить на основе результатов их изучения в системе государственного сортоиспытания, а избранные для завоза в республику породы животных подлежат адаптации к местным условиям их использования.

Ближайшие задачи растениеводческой отрасли – годовое производство 10 млн. т зерна, 9 млн. т картофеля, 5,5 млн. т сахарной свеклы; полностью обеспечить животноводческую отрасль дешевыми полноценными кормами, что позволит выйти на средневропейский уровень по продуктивности сельскохозяйственных культур и удельным затратам с корректировкой на потенциал природных ресурсов страны. Для этого требуется уточнить целевые региональные системы земледелия с учетом организационных и биологических требований севооборотов, пересмотреть структуру посевов, исходя из того, что в условиях животноводческой специализации республики, где формируется более половины валовой продукции аграрной отрасли и 99% аграрного экспортного потенциала страны, основу земледелия составляет кормопроизводство. Сквозь эту проблему должны рассматриваться задачи и зернового хозяйства.

Для дальнейшего повышения продуктивности сельскохозяйственных культур следует внедрить новые высокопродуктивные сорта, обеспечивающие в условиях современного уровня энергетической и материально-ресурсной базы биологический потенциал

зерновых – около 100 ц/га, картофеля – 500, сахарной свеклы – более 800 ц/га и адекватную продуктивность других культур.

Для повышения плодородия почв требуется довести уровень внесения органических и минеральных удобрений по объемам и номенклатуре до научно обоснованных норм применительно к специфике каждого региона, повысить их окупаемость и снизить удельные затраты за счет рациональных способов внесения, увеличить объемы применения комплексных форм минеральных удобрений. В целях более полной реализации генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур предстоит также повысить эффективность защиты сельскохозяйственных культур от вредоносных объектов, используя устойчивые сорта, прогрессивные технологические приемы и современные экологические безопасные химические средства защиты растений.

Большой резерв заложен в дальнейшем улучшении системы семеноводства. Только полноценные семена позволяют полностью реализовать генетический потенциал продуктивности сорта. Следует организовать производство семян и посадочного материала наиболее продуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в объеме полной потребности, а также обеспечить страховой запас не менее 20% потребности. Необходимо создать стройную систему семеноводства на всех уровнях, обеспечивающую сортомену и сортообновление с учетом нормативных требований. В конечном итоге надо выйти на научно обоснованную репродукционную структуру посевов всех сельскохозяйственных культур.

Отдельную проблему в земледелии представляет повышение эффективности мелиоративных систем в районах Белорусского Полесья. В 2009 году здесь введено в эксплуатацию 20,7 тыс. га реконструированных мелиорированных земель, а на площади 27,4 тыс. га осушенных земель ведутся агро мелиоративные мероприятия. На основе дальнейшей увеличения объемов мелиоративных работ уровень продуктивности земель, подверженных коренному улучшению водного режима, должен возрасти минимум в 2 раза.

На обильных травяных кормах предстоит создать эффективное скотоводство для получения дешевых молока и говядины. Поймы полесских рек – отличная база для разведения мясных пород скота, позволяющих производить для внутреннего рынка и на экспорт мясо высших пищевых и вкусовых качеств.

Животноводство – основа специализации отечественной аграрной отрасли. Для дальнейшего повышения его эффективности следует в тесной связи с новейшими достижениями аграрной науки решить ряд крупных задач. Уже в 2015 году необходимо ориентироваться на производство около 10 млн. т молока и 1,5 млн. т мяса в год. В этих целях требуется увеличить поголовье коров до 1 600 тыс., свиней довести до 4 и птицы до 32 млн. голов. Выйти на годовые надои молока от коровы на уровень 6,2 тонн, среднесуточные привесы КРС – 750 г., свиней – 650 и птицы – 60 г.

В связи с этим требуется переход на высокопродуктивные породы сельскохозяйственных животных, пригодные для использования в современных производственных помещениях промышленного типа с новейшими технологиями содержания. В молочном производстве – это коровы с продуктивностью до 1,5 тыс. кг молока базисной жирности в расчете на 100 кг живого веса при затратах на 1 литр продукции 0,8 – 0,9 кормовых единиц. В промышленное свиноводство следует внедрить породы нового уровня продуктивности с высокой конверсией кормов, расходом их на 1 кг привеса не более 3 полноценных кормовых единиц. Это возможно лишь на основе широкого привлечения лучших зарубежных генетических ресурсов, в первую очередь Канады, Великобритании и Дании.

В республике хорошо отработана схема производства мяса птицы. На лучших птицефабриках среднесуточный привес цыплят-бройлеров достиг европейского уровня – 60 г. Их практику необходимо распространить на все остальные птицеводческие предприятия.

Актуальную проблему представляет обновление инфраструктуры животноводческой отрасли. Большинство функционирующих в настоящее время помещений и технологической оснастки в них физически и морально устарели, трудно поддаются реконструкции, в них не вписывается современное оборудование для интенсификации производственных процессов. Поэтому переход на современные технологии требует строительства новых животноводческих помещений. По предварительным расчетам, в 2010 – 2015 годах требуется построить 961 молочно-товарную ферму суммарной мощностью около 670 тыс. голов, 2172 животноводческих помещений для молодняка КРС на 764 тыс. скотомест, 38 комплексов для откорма свиней мощностью 600 тыс. голов и 6 птицефабрик производством 180 тыс. т мяса птицы в год. В них потребуются внедрить промышленные технологии и методы содержания животных, приготовления и раздачи кормов, доения коров и первичной доработки молока, усовершенствовать системы регулирования микроклимата в помещениях и навозоудаления.

Важнейшее направление повышения эффективности животноводства – укрепление кормовой базы за счет высокопродуктивных кормовых растений с биохимическим составом, близким к физиологическим потребностям животных. Концентратный тип кормления в свиноводстве и птицеводстве в республике отработан. Проблемы здесь могут быть лишь организационного характера. Актуально на основе новейших рекомендаций науки оптимизировать структуру кормов для крупного рогатого скота по технологии приготовления, обосновать применительно к регионам оптимальное сочетание основных их видов: комбикорм, зерносенаж, сено, сенаж, силос и другие. В каждом хозяйстве необходимо наладить компьютерную систему расчета кормовых рационов, базирующуюся на энергетических и биохимических показателях кормов, исключить использование их без полного балансирования по всем ингредиентам.

В этом плане в первую очередь требуется продолжить работу по усовершенствованию структуры посевов многолетних трав, отдав предпочтение бобовым и бобово-злаковым смесям, внедрить трех- и двухукосные схемы использования однолетних трав, расширить посевы зерновых культур в смеси с бобовыми для приготовления зерносенажа, обеспечить оптимальное сочетание посевных площадей многолетних трав и кукурузы на силос с учетом типов почв конкретного региона, чтобы во влажные годы кормопроизводство гарантировать за счет многолетних бобовых трав и их смесей, а в сухие – за счет кукурузы. На легких почвах в группе многолетних трав целесообразно использовать нетрадиционные бобовые культуры – донник, лядвенец, эспарцет (песчаный клевер). При правильной структуре травяного кормопроизводства избыточный белок многолетних и однолетних бобовых трав должен полностью покрывать дефицит его в кукурузном силосе.

Для эффективного использования фуражного зерна следует увеличить посевы зернобобовых культур до 300 – 350 тыс. га, имея рапса не менее 400 тыс. га. Это позволит сельскохозяйственным организациям за счет полного балансирования концентратов собственным белком сэкономить до 500 млн. долларов США. Вся необходимая база для существенного расширения посевов этих культур имеется.

Технические инновации в сельском хозяйстве

Реализация инновационных технологий во всех отраслях сельскохозяйственного производства возможна лишь на основе широкого внедрения в практику хозяйствования прогрессивных технических решений, системного совершенствования и обновления техники и оборудования. Поэтому техническая модернизация является важнейшим звеном освоения в сельскохозяйственном производстве эффективных инновационных технологий, обеспечивающих конкурентоспособность его продукции.

В силу объективных причин (прежде всего, нарушения практики поставок техники вследствие распада СССР) обеспеченность агропромышленного комплекса Республики Беларусь сельскохозяйственной техникой в 2004 году составляла 45-60% от уровня 1990 года и была в 3-5 раз ниже уровня развитых стран. Недостаточные мощности материально-технической базы, ее быстро стареющий ресурс привели к тому, что затраты труда на единицу произведенной продукции в растениеводстве в 2-3 раза превысили западноевропейские показатели, а энергозатраты – в 4-6 раз. Это свидетельствует о том, что состояние машинотракторного парка в начале нынешнего столетия стало главным сдерживающим фактором технологической модернизации сельскохозяйственных отраслей.

Поэтому Государственной программой возрождения и развития села на 2005 – 2010 годы [2] техническому переоснащению сельскохозяйственного производства придано первостепенное значение. В процессе ее реализации фактический объем финансирования этой позиции почти в 2 раза превысит программный уровень. Производителям сельскохозяйст-

венной продукции будут поставлены новые тракторы, грузовые автомобили зерно-, кормо- и льноуборочные самоходные комбайны, картофелеуборочные комбайны, самоходные свеклоуборочные комплексы, фронтальные погрузчики, машины для внесения минеральных и органических удобрений, плуги, в том числе широкозахватные для гладкой вспашки, комбинированные почвообрабатывающие и почвообрабатывающе-посевные агрегаты, сеялки, машины для химической защиты растений и семян, дождевальные машины и много другой техники. В хозяйствах предусмотрено построить современные зерноочистительно-сушильные комплексы, реконструировать молочнотоварные фермы, комплексы по выращиванию крупного рогатого скота и свиней, птицефабрики.

В основу программно-целевого метода повышения инновационности аграрного производства положено не просто техническое, а технико-технологическое переоснащение.

Оно базируется на следующих принципах:

– необходимости поставки машинных технологических комплексов для освоения современных технологий, а не простой замены машин, отслуживших свой амортизационный срок;

– оптимизации структуры машинотракторного парка с учетом достигнутого уровня производства в конкретном хозяйстве (например, предусматривается сформировать парк зерноуборочных комбайнов в количестве 14,5 тыс. единиц, в том числе с пропускной способностью до 8 кг/с – 40-45%, 8-10 кг/с – 45-50, более 10 кг/с – 5-10%);

– формирования численности машин с учетом зональных научно обоснованных сроков выполнения сельскохозяйственных работ.

Важнейшими требованиями сельскохозяйственного производства к технологическим комплексам машин являются повышение производительности труда, урожайности и качества продукции, экономии топливных, материальных и энергетических ресурсов, денежных средств. Обеспечение этих требований – основа получения конкурентоспособной продукции как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Техническая модернизация аграрного производства должна обеспечить достижение на первом этапе уровня производительности труда, при котором один работник будет производить продукты питания для 35-40 человек против 24 человек в настоящее время. А для того, чтобы быть конкурентоспособными на мировом рынке, – для 50 человек. Такой уровень производительности труда достигается при доведении технологической нагрузки на механизатора в растениеводстве до 1000 га площади севооборота, на оператора молочной фермы – до 250 коров. Рост этого показателя можно обеспечить только за счет комплексной механизации и электрификации работ, повышения энергообеспеченности и энерговооруженности труда (например, энерговооруженность труда на селе в республике необходимо поднять с 4,2 до 6-8 л.с./га, как это имеет место в передовых странах Европы). Энергоемкость, затраченная на производство

единицы продукции, должна быть снижена не менее чем в 1,4 раза, а материалоемкость – в 1,8 раза.

Поэтому основными направлениями совершенствования сельскохозяйственной техники должны быть следующие направления.

1. Повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции за счет:

– внедрения интенсивных технологий;

– роста мощности двигателей (требуется повышение единичной мощности тракторов тягового класса 5 до 450 л.с.);

– увеличения ширины захвата МТА и самоходных машин (8-9 корпусные плуги, опрыскиватели шириной 24-36 м);

– создания многорядных и многофункциональных машин;

– увеличения грузоподъемности, объема цистерн и бункеров, роста рабочих и транспортных скоростей;

– применения новых рабочих органов, их комбинаций, автоматики, электроники и других характеристик.

2. Ресурсосбережение путем внедрения высокоточных технологических процессов: снижение расхода семян, пестицидов и удобрений, дальнейшее уменьшение материалоемкости.

3. Снижение удельного расхода топлива благодаря внедрению более экономичных двигателей с удельным расходом до 150 г/л.с.·ч., совмещению нескольких технологических операций за один проход, применению новых рабочих органов, почвозащитных технологий, увеличению маневренности и др.

4. Повышение надежности и долговечности машин.

5. Расширение мощностной гаммы тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов. Это позволит не только оптимизировать их парк по зональным условиям производства, но и обеспечить выполнение полевых работ в соответствии с научно обоснованными агротехническими сроками.

6. Обеспечение экологической безопасности путем защиты почв от неблагоприятного воздействия машин, снижения их давления на грунт (за счет резиновых гусениц, широких шин и сдвигания колес), улучшения машинных технологий, в том числе применением комбинированных агрегатов, оптимизации внесения средств защиты растений.

7. Создание комфортных и безопасных условий труда (совершенствование кабин, органов управления и контроля режима работы, улучшение тепло- и шумоизоляции, обзорности и снижение вибрации в зоне оператора, соблюдение требований эргономики).

8. Активное внедрение электроники, гидравлики, компьютеров, микропроцессоров (бортовой компьютер, объединенный с электронными процессорами машин и орудий, становится многофункциональной информационно-управляющей системой, обеспечивающей оптимальную настройку МТА на всех режимах).

9. Широкое применение композитных материалов, керамики, пластмасс, полиамидных уплотнений.

10. Внедрение современного дизайна и повышение эстетики машин.

Новые машины должны обеспечить механизацию растениеводческих и животноводческих отраслей по наиболее перспективным направлениям. Одним из них является сохранение и повышение плодородия почв. Выполняемый новыми техническими средствами комплекс агротехнических мероприятий обеспечит разуплотнение почвенных и подпочвенных горизонтов, предотвращение эрозионных процессов, будет способствовать сохранению и накоплению гумуса, как важнейшего фактора плодородия почв. Восстановление и поддержание структуры почв должно базироваться на механико-биологическом методе, основанном на применении глубокого чизелевания и возделывания промежуточных культур с мощной корневой системой (например, редька масленичная).

Количественная недостаточность и низкая эффективность вносимых органических удобрений, обусловленная их неподготовленностью, негативно проявляются на балансе гумуса во многих районах республики. В этой связи имеется необходимость разработки технологий и агрегатов для ускоренного приготовления компостов, а также для дифференцированного (выравнивающего) внесения сбалансированных элементов питания с учетом состава и качества почвы.

Дальнейшего совершенствования требуют системы обработки почв. В настоящее время до 85% земель обрабатывается с применением энергоемкой и низкопроизводительной отвальной вспашки. С учетом почвенно-климатических условий, экологических требований и окультуренности почв, по оценке науки, доля обрабатываемых отвальным плугом земель может быть снижена. Применение новых машин обеспечит внедрение безотвальной системы обработки (минимальной и нулевой). В настоящее время и на переходный период наиболее рациональным следует считать комбинированную систему обработки почв, сочетающую приемы отвальной и безотвальной обработки под конкретные культуры в севообороте.

Высокая стоимость ресурсов, необходимость экологизации производства продукции растениеводства обуславливают переход от высева семян, внесения удобрений и пестицидов "ковровым" способом к точечному, что предопределяет актуальность разработки новых типов машин для более полного технического решения этих процессов.

С ростом урожайности зерновых и зернобобовых культур следует продолжить оптимизацию структуры комбайнового парка. В нем должны преобладать комбайны производительностью 8-10 кг/с (40%). Комбайнов пропускной способностью до 8 кг/с должно быть до 25%, 10-12 кг/с – 20 и свыше 12 кг/с – 15%. Для снижения нагрузки на комбайны, скашивания сильно полеглих посевов рекомендуется применение раздельного способа уборки на 18 – 20% площадей.

Важным направлением в послеуборочной обработке зерна (на ее проведение расходуется 30-50% топлива, 85-90% электроэнергии, 15-25% металла и до 10% труда) является оптимизация структуры отечественного парка зерносушилок (всего имеется около 5 тыс. единиц). Перспективная структура их долж-

на включать: мощные зерносушилки (производительностью свыше 20 плановых тонн в час) – 950 единиц (19%), зерносушилки мощностью 16-20 т/ч – 2250 единиц (45%), средне- и маломощные (производительностью от 4 до 15 плановых тонн в час) – 1800 единиц (36%). Для обеспечения сохранности выращенного урожая зерновых необходимо построить современные комплексы по хранению зерна общей емкостью 1838 тыс. т.

В кормопроизводстве необходимо широко применять ресурсосберегающие, мало зависящие от погодных условий технологии заготовки кормов, поставляя хозяйствам необходимые комплексы современных кормоуборочных машин.

Наиболее перспективными технологиями в производстве кормов являются:

- многоукосная заготовка консервированных кормов из трав с применением химических и биологических консервантов;
- заготовка сена, сенажа и силоса в рулонах с упаковкой в полимерные рукава или пленку;
- заготовка измельченных провяленных трав и силосных культур с упаковкой в крупногабаритные полимерные рукава;
- заготовка зерна в измельченном (плющеном) виде с упаковкой в крупногабаритные полимерные рукава.

Применение этих технологий обеспечивает минимальные потери кормов (не более 8%) и получение продукции 1-го класса до 80%. Использование новых способов заготовки кормов позволяет не только снизить стоимость кормовой единицы, но и с каждого гектара кормовых угодий получить дополнительно до 10 ц молока или 1,2 ц мяса.

Развитие льноводства должно обеспечить получение не менее 10 ц льноволокна и 5 ц льносемян с гектара. Совершенствование агротехнологии производства льна возможно на основе современного технологического комплекса машин, позволяющего выполнить все требования регламента по возделыванию культуры, применение комбайновой и раздельной ее уборки в соотношении 70:30 (на первом этапе, а в последующем 30:70), заготовку льнотресты в рулонах. Уборочная техника должна обеспечить прямоточную технологию уборки льна, высокое качество тербления, очеса семян, прямолинейность лент, низкую растянутость и высокую параллельность стеблей. Этим требованиям в наибольшей степени удовлетворит самоходный комплекс льноуборочных машин.

Перспективным в картофелеводстве является возделывание культуры с междурядьем 90 см и на грядах. Освоение нового комплекса машин для этих технологий на 50 тыс. га посадок картофеля позволяет сократить затраты труда не менее чем на 205 тыс. чел.-ч, топлива – на 570 т, а эксплуатационные затраты – более чем на 10 млрд. руб.

Новые направления развития разрабатываются аграрной наукой и по животноводческой отрасли.

В молочном скотоводстве реализацию прогрессивных технологий, высокую производительность

труда и минимальные затраты ресурсов обеспечивает беспривязный способ содержания животных с доением их в специальных залах. При этом способе содержания обеспечивается сокращение затрат труда на производство молока в 1,7 раза по сравнению с привязным содержанием и доением в молокопровод. К сожалению, в республике эта технология содержания дойного стада и соответствующий комплекс технических решений применяются недостаточно. Так, если в европейских странах по данному способу обслуживается 68-70% коров, в США – 84-85%, то в Республике Беларусь пока только 18,4%.

Технологии производства свинины в настоящее время в своей массе несовершенны, базируются на низком уровне знаний и не позволяют конкурировать с зарубежными экспортерами данной продукции. Лишь технологический уровень отечественного птицеводства вплотную подошел к мировым достижениям, а некоторые птицефабрики уже работают на этом уровне.

Важным инструментом в производстве и оснащении хозяйств новой сельскохозяйственной техникой является Система машин для реализации научно обоснованных технологий производства основных видов продукции в растениеводстве и животноводстве на период до 2010 года. Документ устанавливает номенклатуру, назначение и технические характеристики средств механизации, потребность в них отечественных сельхозпредприятий, рациональные пути оснащения техникой (разработка и собственное производство, совместное производство или закупка за рубежом), а также иные нормативы и показатели.

Так как реализация вышеназванных требований в развитии средств механизации не может быть осуществлена одновременно в силу многочисленных производственно-финансовых, научно-конструкторских и кадровых вопросов, она будет продолжена в перспективной Системе машин на 2011-2015 годы. Основные направления технического укрепления сельскохозяйственных организаций на основе выполнения всех позиций Концепции этой Системы машин сводятся к следующему.

С учетом перехода на широкозахватные почвообрабатывающие и почвообрабатывающе-посевные агрегаты, предусмотрено массовое использование колесных тракторов с высокой мощностью двигателя. По предварительным расчетам при общей технологической потребности хозяйств в тракторах примерно 54,5 тыс. физических единиц, удельный вес энергонасыщенных тракторов с мощностью двигателя 300 л.с. и более должен составить не менее 15% (8000 штук).

Предусматривается разработка и освоение производства почвообрабатывающих многофункциональных агрегатов к тракторам класса 3-6 тонн. Они будут иметь блочно-модульный принцип, позволяющий посредством перестановки блоков или их замены комплектовать агрегаты различными рабочими органами, способными выполнять практически все технологические операции.

Для снижения затрат ресурсов и вредного воздействия ходовых систем на почву планируется ин-

тенсификация работ над техническими средствами, совмещающими технологические операции обработки почвы и посева на основе создания почвообрабатывающе-посевных агрегатов. Уже созданы и осваиваются в производстве посевные агрегаты к тракторам классов 2-5 тонн (АППА-4, АППА-6, АПП-6Г, АПП-6Д). Предстоит решить эту задачу применительно к энергонасыщенному трактору «Беларус-3522». Предположительно, такой почвообрабатывающе-посевной комплекс должен иметь ширину захвата не менее 9 метров.

С целью обеспечения своевременной заготовки высококачественных кормов в течение ближайших 3-4 лет намечается оснастить каждую сельскохозяйственную организацию кормоуборочными комплексами нового поколения, серийное производство которых осваивается на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения. Это широкозахватные прицепные и навесные косилки, ворошилки, грабли, пресс-подборщики, упаковщики сенажной и силосной массы, комплект оборудования для закладки и трамбовки силосной массы с внесением консервантов и обогатительных добавок. В перспективе предусматривается освоить выпуск кормоуборочного навесного комбайна с пропускной способностью 38-44 кг/с и мощный самоходный кормоуборочный комплекс с комплектом сменных адаптеров для ускорения темпов уборки кукурузы на силос.

Для оснащения молочнотоварных ферм и откормочных комплексов перспективным оборудованием запланировано создание многофункционального роботизированного оборудования для приготовления кормосмесей, доения коров – доильных установок нового поколения «Елочка», «Параллель» (2x10 – 2x24), «Карусель» и доильного робота. Для автоматизированного доения коров с охлаждением молока в пастбищных условиях предусматривается разработка передвижной доильной установки УДП-8 и мобильной установки для охлаждения молока УОМ-3. Для охлаждения молока на фермах запланировано создание высокоэффективной установки емкостью более 10 тыс. литров. Для удаления навоза на фермах КРС разрабатывается сепаратор для разделения его на твердую и жидкую фракции и насос-смеситель для перекачивания бесподстильного навоза из навозосборников в навозохранилище с последующим удалением и транспортированием.

В свиноводстве предусмотрена разработка системы удаления навоза по трубам, мобильного средства для перевозки свиней, средств автоматизации управления технологическими процессами раздачи кормов, теплоснабжения и микроклимата, а также системы диспетчеризации.

Инновация процессов производства яиц и мяса птицы (бройлеров) намечается на основе разработки и производства нового комплекта клеточного оборудования для содержания родительского стада кур-несушек и бройлеров, ремонтного молодняка, а также оборудования для сортировки яиц.

Заключение

Республика Беларусь характеризуется достаточно высокими показателями продуктивности аграрной отрасли. Создана устойчивая база ее дальнейшего развития. Основа этого процесса – инновационные технологии, реализуемые посредством высокоэффективных технических средств.

Материальные ресурсы, научные разработки и аграрная политика государства позволяют белорусскому агропромышленному комплексу в ближайшей перспективе выйти на уровень развитых европейских

стран с учетом индекса потенциала отечественных природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукреш, Л.В. Об использовании зарубежного опыта в АПК Беларуси/ Л.В. Кукреш// Белорусское сельское хозяйство, 2010. – №9. – С. 4-8.
2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005- 2010 гг. – Минск: "Беларусь", 2005. – 96 с.

УДК 631.3.012

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.10.2010

**УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВ ХОДОВЫМИ СИСТЕМАМИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье приведены результаты полевых исследований воздействия на почву агрегатов с машинами большой грузоподъемности. Проанализировано влияние максимального давления шин на почву при изменении давления в широком диапазоне.

The article cites the results of field research studying the effects of aggregates with heavy payload machines on the soil. The influence of maximum tire pressure on the soil while changing the pressure in a wide range is analyzed.

Введение

Использование тракторов и сельскохозяйственных машин на полевых работах по современным технологиям связано с проблемой отрицательного воздействия их ходовых систем на почву. Для количественной оценки результата названного воздействия наиболее распространены в различных сочетаниях такие показатели как плотность, твердость, пористость, структурный состав почвы, сопротивление почвы обработке, глубина следа, качество выполнения последующих операций, урожайность сельскохозяйственных культур. Последняя является комплексным показателем. По обобщенным данным, из-за переуплотнения почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов и машин теряется 5-30% урожайности сельскохозяйственных культур [1-3].

Чаще других в полевых опытах для оценки воздействия ходовых систем используется плотность почвы. По мнению И.Б. Ревута, плотность следует рассматривать как первичный элемент всей физики почв и жизни растений [4]. Именно от плотности почв зависит водный, воздушный, а часто и температурный режим последней и связанные с ним условия развития микробиологической деятельности и образования, доступных для растений питательных веществ в почве. При наличии данных по плотности почв, несложно определить другую важную характеристику – пористость почвы [2].

Плотность почвы изменяется во времени. Процесс самоуплотнения почвы зависит от структуры почвы, количества осадков, типа обработки и качества ее выполнения. При достижении определенной плотности процесс самоуплотнения практически прекращается. Эта плотность называется равновесной. Наиболее высокой равновесной плотности достигают дерново-подзолистые почвы и сероземы. Естественное уплотнение таких почв может происходить до 1500...1600 кг/м³, черноземов до 1300 кг/м³. В то же время диапазон оптимальных значений плотности почвы для разных культур и условий ограничен пределами 1000...1400 кг/м³ [1, 3]. Следовательно, в большинстве случаев для оптимального развития сельскохозяйственных культур необходимо снижать равновесную плотность, что достигается путем рыхления. А так как ходовые системы уплотняют почву дополнительно, то, по мнению профессора В.А. Скотникова [1], уже этот факт свидетельствует об отрицательном воздействии ходовых систем на почву.

Основная часть

Исследования по изучению воздействия на почву ходовых систем выполнены преимущественно применительно к тракторам, интенсивно использовавшимся в сельском хозяйстве в семидесятые – девяностые годы прошлого столетия. Отмечается большее негативное влияние ходовых систем колесных тракторов Т-150К, К-701. В меньшей степени влияют ко-

лесные тракторы типа МТЗ-80, гусеничные. Давление воздуха в шинах указанных тракторов в зависимости от условий эксплуатации и нормальной нагрузки на колеса изменяется преимущественно в пределах 100...170 кПа. В то же время в сельском хозяйстве эксплуатируется ряд машин, оснащенных шинами с давлением воздуха 250... 370 кПа. Это прицепы, машины для внесения органических и минеральных удобрений, транспортировщики рулонов, картофелеуборочная техника, комбинированные почвообрабатывающие агрегаты и другие.

Давление воздуха в шине является важным ее параметром. Для каждой шины существует ряд нормальных нагрузок и соответствующих им давлений воздуха. Косвенно, по значению давления воздуха в шине можно судить о стандартных показателях воздействия ходовых систем на почву. Чем ниже допускается давление воздуха в шинах, тем ниже будут эти показатели при прочих равных условиях.

В настоящее время в качестве стандартных нормируемых показателей уровня воздействия ходовых систем на почву приняты максимальные давления движителя на почву и нормальные напряжения в почве на глубине 0,5 м [5]. Основой для расчета указанных показателей являются нормальная нагрузка на колесо и параметры пятна контакта шины на жестком основании. Среднее условное давление шин на жесткое основание обычно несколько выше давления воздуха в шинах. Однако для некоторых широкопрофильных и арочных шин оно может быть ниже давления воздуха в шине [6], а для передних колес тракторов «Беларус», в отдельных случаях, в два и более раз превышать это давление [7]. Такие отклонения связаны с особенностями конструкции протекторной части шины, характером ее деформирования, жесткостью каркаса и принятой методикой определения параметров контакта шины с жестким основанием.

Длительное время для сельскохозяйственных машин с большими нормальными нагрузками на хо-

довую систему применяется шина 16,5/70-18 мод. КФ-97. Максимальная нагрузка на шину 32 кН при давлении воздуха в шине 370 кПа. В настоящее время она применяется на машинах для внесения органических удобрений ПРТ-7А, МЖТ-Ф-8, МЖТ-Ф-11, прицепах ПСТБ-12, ПСТБ-17, картофелеуборочной технике и др. В то же время создан ряд машин с шинами пониженного давления на почву. Это машины для внесения органических удобрений МТУ-20, МТУ-15, МЖУ-16, машина для внесения минеральных удобрений РУ-7000, прицеп ППТС-40. Такие машины, аналогичные им зарубежные образцы и другие машины большой массы и грузоподъемности экспонируются в последние годы на выставке «Белагро». Машины оснащаются в основном шинами с давлением воздуха 200...240 кПа. Из отечественных – это шины 22,0/70-20 мод. Ф-118, 24,0/50-22,5 мод. Бел-91.

Одновременно со снижением давления на почву увеличивается масса и грузоподъемность машин. Это оправдано для снижения приведенных затрат и загрузки агрегируемого трактора, т.к. по исследованиям автора, коэффициент сопротивления качению машин на таких шинах в полевых условиях в 1,05...1,85 раза ниже, чем машин на шинах мод. КФ-97.

Для оценки воздействия на почву ходовых систем агрегатов с машинами большой грузоподъемности выполнены полевые исследования (табл.1). Образцы для исследований были созданы на базе машин для внесения органических удобрений. Машины РЖТ-16, МЖТ-10 оснащены шинами 16,5/70-18 мод. КФ-97 (далее – стандартные машины), машины МЖТ-13, МЖТ-19 – шинами 22,0/70-20 мод. Ф-118, машины МЖТ-13А, МЖТ-8А соответственно, арочными шинами 1140х700 мод. Я-170А и 1140х600 мод. Я-404 (далее – машины с пониженным давлением). Все машины, агрегируемые трактором К-701, шестиколесные (балансирная и подкатная тележки), трактором Т-150К – четырехколесные (балансирная тележка). Другие параметры исследованных агрегатов приведены в табл.1, а характеристики шин в источни-

Таблица 1. Воздействие на почву ходовых систем машинно-тракторных агрегатов

Вариант	Масса машины, кг	Нагрузка на ходовую систему, кН	Давление воздуха в шинах, кПа	Максимальное давление на почву, кПа	Плотность почвы по слоям, кг/м ³			Глубина следа, мм
					0...100, мм	100...200, мм	200...300, мм	
Зябрь, средний суглинок, влажность 15,7% (участок №1)								
Контроль					1335	1371	1418	
К-701+РЖТ-16	22200	205,0	370	453	1618	1580	1565	130
К-701+РЖТ-16А	22650	211,5	250	266	1593	1541	1568	110
Т-150К+МЖТ-13	18500	167,0	200	268	1574	1549	1561	100
Т-150К+МЖТ-13А	18500	167,0	200	256	1572	1539	1573	105
Т-150К	8150	99,5	110	165	1491	1503	1549	70
К-701	13500	150,0	110	168	1498	1508	1560	72
НСР ₀₅					24	28	27	7
Прокультивированная зябрь, связанная супесь, влажность 12,9% (участок №2)								
Контроль					1300	1442	1565	
Т-150К+МЖТ-10	14570	128,2	370	448	1693	1675	1623	115

Продолжение таблицы 1.

Вариант	Масса машины, кг	Нагрузка на ходовую систему, кН	Давление воздуха в шинах, кПа	Максимальное давление на почву, кПа	Плотность почвы по слоям, кг/м ³			Глубина следа, мм
					0...100, мм	100...200, мм	200...300, мм	
T-150K+МЖТ-13	18730	169,0	210	277	1648	1642	1612	99
T-150K+МЖТ-8А	12330	108,4	150	190	1620	1626	1591	95
T-150K	8060	95,5	120	174	1522	1582	1588	81
НСР ₀₅					44	32	49	7
Прокультивированная зябь, рыхлая супесь, влажность 7% (участок №3)								
Контроль					1300	1470		
T-150K+РЖТ-16	21600	199,5	370	451	1573	1549		119
T-150K+МЖТ-19	26540	249,2	210	277	1556	1519		89
K-701	13200	148,2	120	173	1524	1507		78
НСР ₀₅					30	46		6

ке [6]. Максимальное давление ходовых систем на почву определялось по методике [8].

Снижение давления ходовых систем машин позволило уменьшить плотность почвы в следах агрегатов. Так, на участке №1 значение плотности почвы в слое 0...100 мм по следу машин с пониженным давлением снизилось на 25...46 кг/м³, а на участке №2 по следу агрегата T-150K+МЖТ-13 – на 45 кг/м³ и по следу агрегата T-150K+МЖТ-8А на 73 кг/м³. В последнем варианте были обеспечены наиболее низкие максимальное давление в контакте и нагрузка на ходовую систему. Аналогичные данные получены на участках № 1, 2 и в слое почвы 100...200мм, хотя прирост плотности почвы меньше. На рыхлой супеси (участок №3) прирост плотности почвы в пахотном слое после агрегата K-701+МЖТ-19 ниже, чем по следу агрегата K-701+РЖТ-16 на 17...30 кг/м³.

В слое почвы 200...300 мм снижение давления на почву ходовых систем не дало ожидаемого эффекта. По отношению к контролю на участке №1 плотность почвы увеличилась в разных вариантах на 143...155 кг/м³, на участке №2 – на 47...58 кг/м³. Между вариантами различия статистически незначимы.

Сравнение агрегатов с машинами МЖТ-13 и МЖТ-13А (участок №1) показывает, что разница значений плотности почвы и глубины следа между ними статистически незначима. Незначительно отличаются и значения давлений на почву. При этом диаметр и ширина профиля шин у первой машины составляют соответственно 1320 мм и 560 мм, а у второй – 1160 мм и 710 мм. Естественно, что в последнем случае ширина следов больше и это говорит в пользу снижения давления на почву путем увеличения диаметра шин. Однако для исследованных машин и других прицепов увеличение этого параметра ограничено из-за повышения их центра тяжести.

Обобщение результатов эксперимента показывает, что снижение максимального давления ходовых систем большегрузных машин на почву с 450 кПа до 190...270 кПа позволяет снизить прирост плотности в пахотном слое (0...200 мм) на 12...22%. В более глу-

боких слоях достоверные результаты снижения уплотнения не получены.

После проходов агрегатов с машинами пониженного давления на почву отмечено значительное уменьшение глубины следов по сравнению со стандартными агрегатами. На среднем суглинке (участок №1) глубина следов уменьшилась в 1,18...1,30 раз, на прокультивированной супеси (участок №2) – в 1,16 раз, на рыхлой супеси (участок №3) – в 1,34 раза.

Отметим высокие абсолютные значения плотности почвы в следах, которые составляют для стандартных агрегатов 1549...1693 кг/м³, а для агрегатов с пониженным давлением на почву – 1519...1648 кг/м³. Во всех вариантах влияние агрегатов на почву больше, чем агрегируемых тракторов.

Небольшая разница плотности почвы между вариантами при снижении давления ходовых систем машин на почву в 1,6...2,3 раза объясняется в первую очередь нелинейностью зависимости давление – деформация (рис.1, 2).

При увеличении давления p , действующего на образец супесчаной почвы из слоя 0...100 мм от 0 до 150 кПа, относительная деформация ε этого образца составила 0,15, а при дальнейшем увеличении давления от 150 до 300 кПа увеличилась только на 0,03 (рис.1). Аналогичные закономерности получены и для других слоев почвы. Уменьшение интенсивности роста деформации рыхлой супеси от давления выражено в большей степени (рис.2).

Приведенные графики построены по результатам компрессионных испытаний образцов почвы в приборе одноосного сжатия. При качении колеса условия деформации почвы в массиве будут другими. Существенное влияние при этом может оказывать боковое и продольное смещение почвы. Можно предположить, что результаты исследований на рыхлой супеси связаны, в основном, с влиянием этого фактора (табл.1). Получено, что глубина следа после агрегата K-701+МЖТ-19 значительно меньше глубины следа после агрегата K-701+РЖТ-16 (на 30 мм), однако значения плотности почвы в слое 0...200 мм различаются

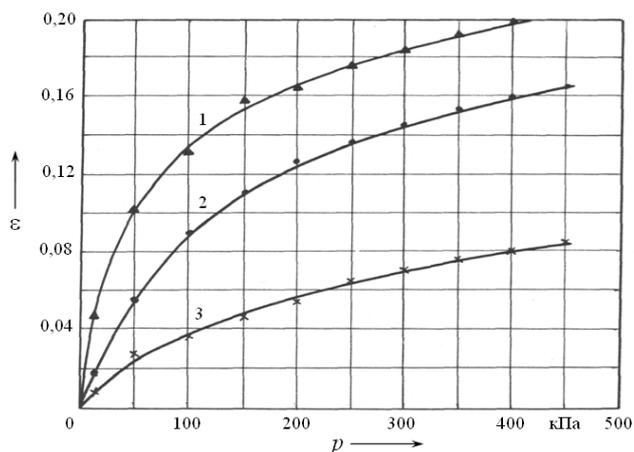


Рисунок 1. Изменения относительной деформации связанной супеси (участок № 2) при одноосном сжатии:
1 – слой 0...100 мм; 2 – слой 100...200 мм;
3 – слой 200...300 мм

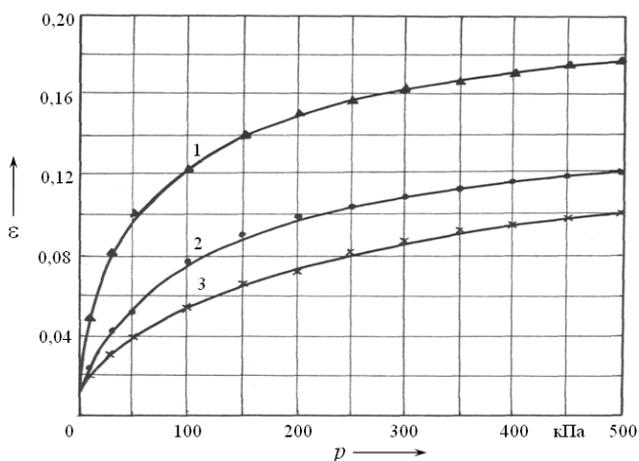


Рисунок 2. Изменения относительной деформации рыхлой супеси (участок № 3) при одноосном сжатии:
1 – слой 0...100 мм; 2 – слой 100...200 мм;
3 – слой 200...300 мм

ся только на $0,23 \text{ кг/м}^3$. Причем разница по слоям статистически незначима. Следовательно, отмеченное различие глубины следа возможно только из-за больших боковых сдвигов почвы под шинами 16,5/70-18 мод. КФ-97, имеющими, примерно, в два раза меньшую площадь пятна контакта, чем шины 22,0/70-20 мод. Ф-118.

В связи с тем, что снижение максимальных давлений ходовых систем на почву до уровня 190 кПа не решает проблему уплотнения почвы, проведены исследования воздействия на почву шин с более низким давлением. Опыты выполнялись на установке с единственным колесным узлом. В качестве объекта исследований принята шина 22,0/70-20, мод. Ф-118. Реализована матрица ортогонального центрального композиционного плана 2^3 .

Изменяли максимальное давление шины на почву (q_k) и количество проходов колеса по одному следу (n). Верхний уровень максимального давления на почву принят исходя из достигнутого на исследованных машинах, нижний – исходя из обеспечения допустимого давления на почву [5]. Количество проходов колеса изменялось от одного до пяти.

Исследования проведены по зяби на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве влажностью 21% и плотностью 1301 кг/м^3 , 1339 кг/м^3 , 1431 кг/м^3 соответственно, в слоях 0...100 мм, 100...200 мм, 200...300 мм (табл.2).

Таблица 2. Влияние на почву максимального давления шин и количества проходов колеса

Опыт	Факторы		Плотность почвы в слое 0...200 мм, кг/м^3	Глубина следа, мм
	q_k , МПа	n		
1	0,09	5	1417	46
2	0,15	5	1507	65
3	0,21	5	1547	98
4	0,09	3	1404	42
5	0,15	3	1489	63
6	0,21	3	1537	93
7	0,09	1	1381	37
8	0,15	1	1470	58
9	0,21	1	1503	84

Уравнения регрессии для определения плотности почвы в пахотном слое (Y_1) и глубины следа (Y_2) в зависимости от максимального давления на почву (X_1) и количества проходов колеса (X_2) имеют вид:

$$Y_1 = 1493 + 64,2X_1 + 19,5X_2 - 23,8X_1^2 - 5,8X_2^2 + 2X_1X_2;$$

$$Y_2 = 62,9 + 25X_1 + 5X_2 + 4,67X_1^2 - 1,33X_2^2 + 1,25X_1X_2.$$

После оценки значимости коэффициентов регрессии и раскодирования получаем

$$\rho = 1154 + 3053q_k + 9,75n - 6610q_k^2;$$

$$h = 22,1 + 27,7q_k + 2,5n - 1297,2q_k^2,$$

где ρ – плотность почвы в слое 0...200 мм, кг/м^3 ;

h – глубина следа, мм.

Графическое изображение изменения плотности почвы и глубины следа в зависимости от максимального давления шин на почву показано соответственно на рис. 3, 4.

Видно, что в области эксперимента нет экстремальных точек. Кривые изменения плотности почвы выпуклые. Кривые изменения глубины следа вогнутые. Это подтверждает высказанные ранее предположения о преимущественном уплотнении почв на первой стадии деформации. В дальнейшем уплотнение почвы замедляется, и в большей степени проявляются сдвиговые деформации. Поэтому, несмотря на увеличение интенсивности роста общей деформации почвы

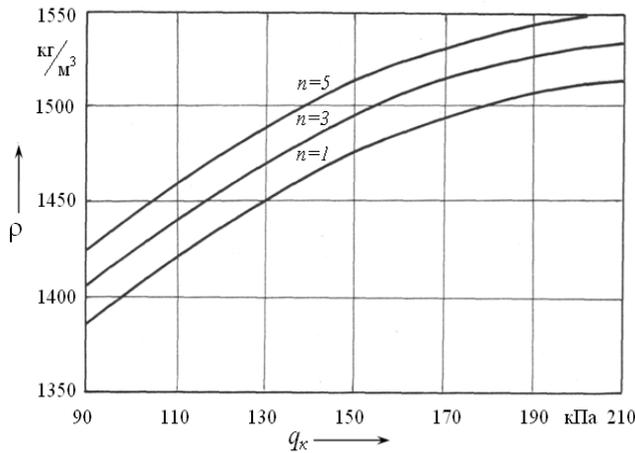


Рисунок 3. Зависимость плотности почвы ρ от максимального давления колес на почву q_k при разном количестве проходов колес по одному следу n

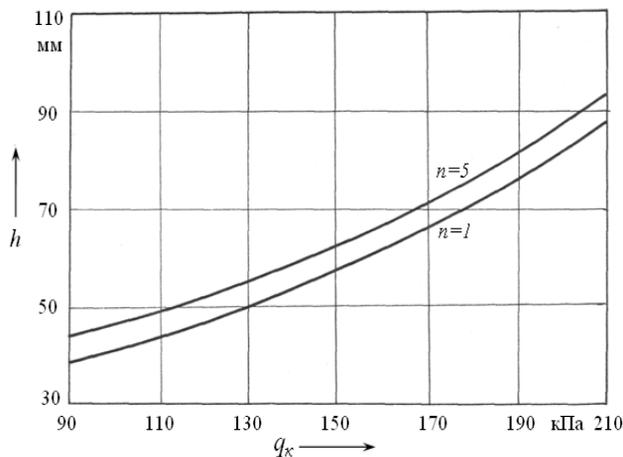


Рисунок 4. Зависимость глубины следа h от максимального давления колес на почву q_k при разном количестве проходов колес по одному следу n

(глубины следа), интенсивность прироста плотности почвы замедляется. Характер графиков при разном количестве проходов колеса идентичен.

Количественная оценка результатов опытов показывает, что при уменьшении максимального давления шин на почву с 210 до 90 кПа плотность почвы снизилась на 122...137 кг/м³, глубина следа на 47...52 мм или в 2,1...2,3 раза. Из сравнения полученных данных и результатов исследования агрегатов (табл.1) видно, что интенсивность уменьшения плотности почвы при снижении максимального давления на почву в интервале 210...90 кПа в среднем в 3,3 раза выше, чем при его изменении в интервале 450...190 кПа. Интенсивность уменьшения глубины следа при этом выше в 2,2 раза. При максимальном давлении на почву 90 кПа, что соответствует нормам для исследуемой шины и почвенных условий [5], значение плотности почвы в следах составляет 1381...1417 кг/м³, глубины следа –

37...46 мм. Это значительно ниже, чем после исследованных агрегатов.

Заключение

Выполненные исследования и проведенный анализ показывают, что применение на тяжелых сельскохозяйственных машинах шин с давлением воздуха 200 кПа вместо шин с давлением воздуха 370 кПа способствует улучшению показателей воздействия ходовых систем на почву, но не решает проблему переуплотнения дерново-подзолистых почв. Прирост плотности почвы в пахотном слое по следам агрегатов в разных почвенных условиях снижается на 12...22%, глубина следов – в 1,16...1,34. Значения плотности почвы остаются высокими и составляют 1519...1648 кг/м³.

Интенсивность уменьшения плотности почвы при снижении максимального давления на почву в интервале 210...90 кПа в среднем в 3,3 раза выше, чем при его изменении в интервале 450...190 кПа. Интенсивность уменьшения глубины следа при этом выше в 2,2 раза. Обеспечение норм допустимого давления ходовых систем на почву для легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы влажностью 21% обеспечивает снижение глубины следов до 37...46 мм и плотности почвы в следах до 1381...1417 кг/м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скотников, В.А. Пройодимость машин/ В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 328с.
2. Орда, А.Н. Сопротивление почв/ А.Н. Орда. – Мн.: БГАТУ, 2002. – 94 с.
3. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
4. Ревут, И.Б. Физика почв/ И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.
5. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.
6. Гедроить, Г.И. Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники / Г.И. Гедроить //Агропанорама. – 2009. – № 4. – С. 23-27.
7. Бойков, В.П. Шины для тракторов и сельскохозяйственных машин/ В.П.Бойков, В.П. Белковский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.
8. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву: ГОСТ 26953-86. – М. Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.

ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В ОБЪЕКТЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

О.Ч. Ролич, канд. техн. наук, Е.В. Галушко, канд. техн. наук, доцент, М.А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы моделирования пространственного распределения термодинамических величин в объекте автоматизации на базе имитационной модели путем формирования видеофайла с учетом изменения диаграмм направленностей детерминированных источников и многократных отражений от его границ.

The computer model technology of spatial distribution of thermodynamic parameters in the object of automation on the basis of imitating model is considered. It is formed by a video file taking into account changes of diagrams of orientations of the determined sources and repeated reflections from its borders.

Введение

Моделирование процессов тепло- и массообмена, происходящих в объекте автоматизации, на уровне «серого» и «черного» ящиков, является неотъемлемым этапом решения задач автоматизации. Известные математические методы решения задач динамики объектов автоматизации строятся, как правило, с учетом одного-двух влияющих на тепло и массообмен факторов [1]. Современные технические средства с распределенной архитектурой позволяют в реальном времени управлять множеством разнородных исполнительных устройств, обеспечивая заданные распределения взаимозависимых термодинамических величин в объекте. Поэтому на сегодняшний день актуальна задача моделирования поведения объекта автоматизации, в частности, моделирования динамики изменения формы эквивалентных поверхностей термодинамических величин с учетом воздействия нескольких определяющих факторов.

Основная часть

С учетом современного уровня развития компьютерных систем задачу моделирования пространственно-временной динамики изменения формы поверхности объекта, т.е. формы эквивалентных поверхностей термодинамических величин, целесообразно решать посредством имитационного моделирования. Для этого предлагается технология моделирования поведения объекта с синтезом видеопотока и последующим его анализом.

Технология моделирования, представленная на рис. 1, имеет циклический вид. Ее основными параметрами являются математическая модель процессов тепло и массообмена и трехмерная модель объекта автоматизации. На базе математической модели

строится имитационная модель процессов обмена с учетом граничных условий, заданных трехмерной моделью исследуемого объекта автоматизации [2].

В результате имитационного моделирования, т.е. на выходе видеопроцессора (рис. 1), формируется видео-

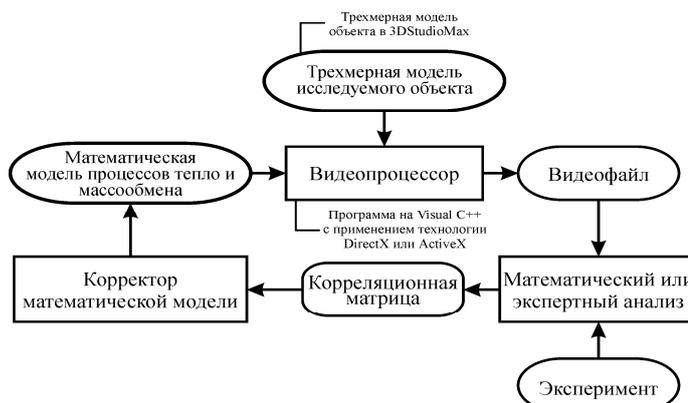


Рисунок 1. Технология моделирования поведения объекта

файл, отражающий изменения эквивалентных поверхностей термодинамических величин во времени. Основное назначение сформированного видеофайла состоит как в математическом обосновании оптимальной архитектуры автоматизированной системы управления, так и в экспертном анализе степени совпадения смоделированных данных с сигналами, полученными в ходе эксперимента. В процессе экспертизы на базе основных параметров сигналов формируется корреляционная матрица, отражающая степень совпадения смоделированной картины с реальными данными, для последующей коррекции математической и имитационной моделей.

В основе математической модели лежит следующая система уравнений для пространственного и

временного распределений суперпозиций детерминированных Fd_i и возмущающих Fs_i воздействий [3]:

$$\nabla X = \sum_i (a_i \cdot Fd_i(\vec{r}, t) + b_i \cdot Fs_i(\vec{r}, t)) \Big|_{\vec{r}}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \sum_i (c_i \cdot Fd_i(\vec{r}, t) + d_i \cdot Fs_i(\vec{r}, t)) \Big|_{\vec{r}}, \quad (2)$$

где X – температура или концентрация частиц; a_i, b_i, c_i, d_i – коэффициенты, характеризующие интенсивность тепло- или массообмена.

В основе видеопроцессора лежит имитационная модель, заключающаяся в построении поверхностей распределения величины $X(\vec{r}, t)$ в дискретный момент времени в дискретном пространстве объекта исследования.

Поверхности распределения строятся на основе решения дифференциальных уравнений (1), (2) в конечных разностях.

Имитационное моделирование удобно вести в соответствии с математическими описаниями диаграмм направленностей детерминированных источников и с учетом отражения термодинамических потоков от стенок объекта автоматизации, определяющих граничные условия модели. Обобщенный алгоритм имитационного моделирования представлен на рис. 2.

В его начальный этап входят: задание размеров трехмерной рабочей матрицы, указание положений детерминированных источников внутри рабочей матрицы, задание функций распределения возмущающих воздействий и математическое описание в сферических координатах диаграмм направленностей детерминированных источников. Аддитивная возмущающая составляющая моделируется нормальным распределением по всему пространству объекта автоматизации.

Расчет и формирование трехмерных матриц распределений коэффициентов тепло и массообмена для всех элементов рабочей матрицы производится в соответствии с суперпозицией этих коэффициентов, полученных для всех детерминированных источников объекта автоматизации. В расчете распределения коэффициентов

$$f_i(r, \varphi, \theta) = \frac{f_{i,0}(\varphi, \theta)}{r^2},$$

обобщенным именем f_i называется произвольный коэффициент тепло- или массообмена в уравнениях (1) и (2). Учитываются расстояние r от источника до текущей координаты; диаграммы направленностей $f_{i,0}(\varphi, \theta)$ для детерминированных источников в сферической системе координат с началом, совмещенным с соответствующим детерминированным источником; отражение от границ –

стенок объекта автоматизации:

$$\hat{p}' = -2(\hat{p} \cdot \hat{n})\hat{n} + \hat{p},$$

где \hat{p} – единичный вектор падения;

\hat{n} – единичный вектор нормали;

\hat{p}' – единичный вектор отражения [4].

Учет формулы отражения предназначен для восстановления диаграмм направленностей вторичных источников, образующихся при отражениях термодинамических потоков от стенок объекта.

Таким образом, для каждого детерминированного источника по всем координатам трехмерной матрицы, описывающей дискретное пространство, интерполяционным способом вычисляются коэффициенты f_i на всех уровнях переотражения от каждой координаты границы объекта, и формируется интегральная матрица пространственного распределения коэффициентов тепло- и массообмена для текущего времени.

Алгоритм непосредственного построения поверхности распределения термодинамических величин в объекте автоматизации на базе сформированных матриц



Рисунок 2. Обобщенный алгоритм имитационного моделирования поверхностей распределения термодинамических величин в динамике

пространственного распределения коэффициентов тепло- и массообмена представлен на рис. 3.

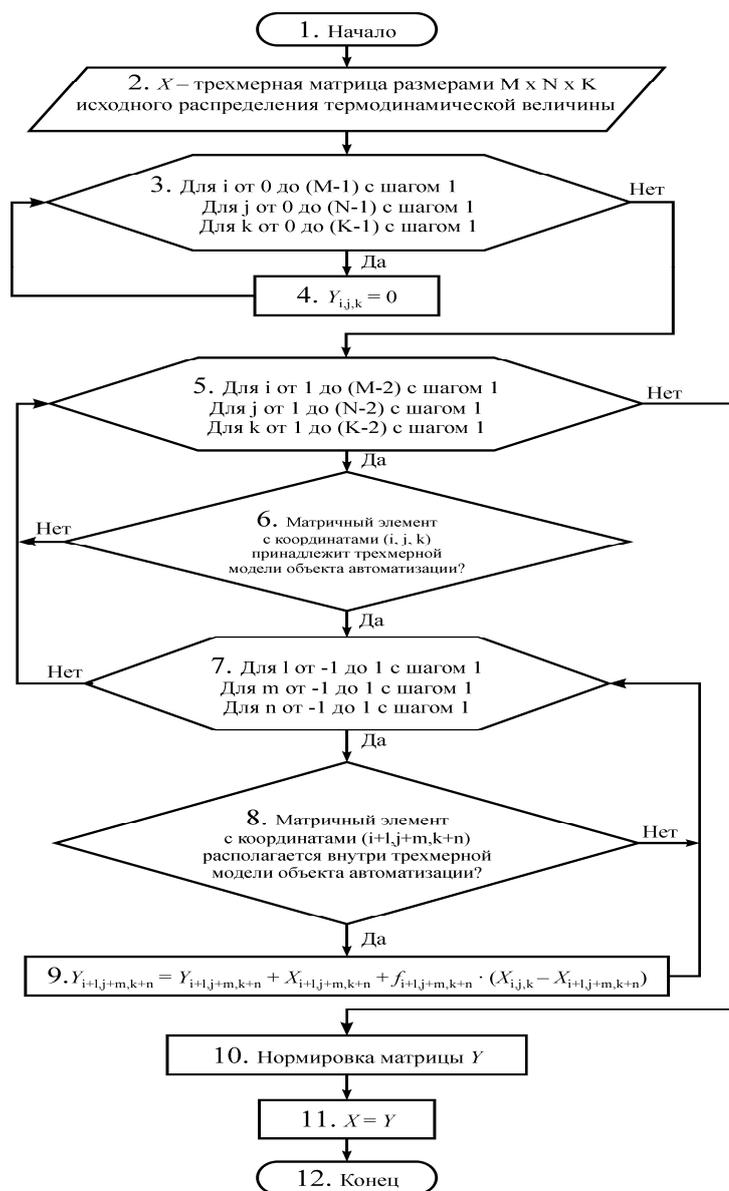


Рисунок 3. Алгоритм непосредственного построения поверхности распределения термодинамических величин в объекте

Алгоритм основан на последовательном перемещении кубической маски размером 3x3x3 элементов по матрице пространственных координат и уточнении пространственного распределения термодинамических величин на каждой итерации. В блоке 11 алгоритма элементы матрицы X, являющейся входной для следующей итерации имитационной модели (рис. 2), принимают значения соответствующих элементов матрицы Y, являющейся выходной (результатирующей) для текущей итерации.

Результатом каждой итерации представленного на рис. 2 обобщенного алгоритма имитационной модели с основными блоками 3, 4, 5 является пространственное распределение термодинамической величины на конкретном временном срезе. Для построения и анализа временной динамики изменения распределения термодинамических величин в блоке 7 алгоритма имитационной модели производится коррекция диаграмм направленностей с целью моделирования поведения объекта для качающихся или вращающихся детерминированных источников с переменной мощностью. То есть, в блоке 7 алгоритма (рис. 2) производится учет изменения детерминированного воздействия во времени.

Пространственно-временная передаточная функция объекта

$$H(\kappa, t) = \frac{\Phi(Y(\vec{r}, t))}{\Phi(X(\vec{r}, t))},$$

где Φ – оператор Фурье-преобразования; κ – пространственная частота, также представляется видеопотоком, т.е. изменением трехмерного образа пространственной передаточной функции во времени.

Заключение

Предложена технология моделирования пространственного распределения термодинамических величин в объекте автоматизации на базе имитационной модели с учетом изменения диаграмм направленностей детерминированных источников, многократных отражений от его границ и формирования видеофайла. Технология позволяет проводить детальный анализ поведения объекта управления в различных режимах работы и может быть использована, например, при разработке автоматизированных систем управления микроклиматом и процессом сушки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хроль, В.Н. Формирование критерия адаптивного управления распределенным теплотехническим объектом / В.Н. Хроль, И.Ф. Кузьмицкий // Труды БГТУ; сер. VI: физико-математические науки и информатика. – 2005. – Вып. XIII. – С. 137 – 139.
2. Маров, М.Н. Энциклопедия 3ds Max 2008 / М.Н. Маров. – СПб.: Питер, 2009. – 1392 с.
3. Анго, А. Математика для электро- и радиоинженеров / Андре Анго. – М.: Наука, 1967. – 780 с.
4. Джексон, Дж. Классическая электродинамика / Дж. Джексон. – М.: Мир, 1965. – 702 с.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА

В.Г. Самосюк, канд. экон. наук, доцент, ген. директор (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье представлено эмпирическое исследование закономерностей развития производства машин и оборудования для отрасли молочного животноводства на основе изучения многолетнего тренда патентной документации стран СНГ, Европы, Японии и США. Получены уравнения логистической регрессии, отражающие в динамике тенденции создания соответствующих технических средств, оценены направления и перспективы их дальнейшего развития.

An empirical study of mechanism of development of machines and equipment production for dairy branch of cattle breeding on the basis of studying of perennial trend of patent documentation of CIS, Europe, Japan and USA is conducted in the offered article. Logistic regression equations reflecting in dynamic the trends of creation of the appropriate hardware are given, their ways and perspectives of further development are estimated.

Введение

Выработка мер научной и научно-технической политики в современных условиях не может полагаться только на опыт и интуицию лиц, принимающих решения, она должна опираться на широко развернутое эмпирическое исследование науки, закономерностей производства и практического использования нового научного знания. Разработке методологии и изучению основных тенденций развития современной науки, оценке перспективности и приоритетности того или иного научного направления с учетом его технологического воздействия и социально-экономической отдачи уделяется самое серьезное внимание в зарубежной литературе по науковедению и экономике науки [1].

В настоящее время технический потенциал отрасли животноводства становится предметом интенсивных исследований большого числа научных групп, за результатами которых пристально наблюдают, а то и принимают в них непосредственное участие прикладные компании, например, Westfalia, DeLaval (доильное оборудование), Pasko, Jary (системы охлаждения и хранения молока), Lely, Merlin (доильные роботы), Seko, Kuhn, Magmix (оборудование для раздачи кормов). Следует заметить, что выполнение любых исследований предполагает всестороннее изучение и комплексный анализ уже накопленного опыта в целях достоверного прогнозирования развития технической составляющей отрасли, а также обоснования тенденций и перспектив создания новых машин и оборудования. Одним из доступных и, в то же самое время, достаточно точным способом является анализ динамики патентной документации, основанный на возможности количественной оценки и дальнейшей визуализации разобщенных информационных ресурсов.

Основная часть

Для изучения состояния и перспектив развития технического потенциала животноводства, включая возможности практического применения результатов исследований, использованы базы данных патентной информации Германии, Франции, Великобритании, США, Японии, а также материалы ЕПВ и ВОИС.

Патенты относятся к разновидности научно-технической литературы, которая одной своей частью обращена в сторону науки, а другой – к техническим и технологическим инновациям. Изучение изобретательской активности, информации, содержащейся в патентах, позволяет определять появление новых технологических возможностей в той или иной области, анализировать научную базу перспективных технологических инноваций.

По результатам обзора патентной информации сформирован массив исходных данных, включающий поток инноваций за период с 1996 по 2009 гг. по странам с наиболее развитым сельским хозяйством, в частности, животноводством (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что наибольшее число патентных документов за рубежом приходится на процессы, связанные с разработкой доильных установок, созданием микроклимата и раздачей кормов. Развитие первого направления обусловлено интенсивным внедрением в технологический процесс систем автоматизации и созданием на их основе нового роботизированного оборудования. Во-вторых, интенсивное строительство животноводческих помещений, особенно крупных, а также повышенные требования к условиям содержания животных и охране окружающей среды потребовали от изобретателей и ученых поиска новых эффективных приемов в создании оптимальной среды для системы «человек – машина – живот-

Таблица 1. Распределение исследуемого массива патентных документов по процессам (период 1996-2009 гг.)

Год	Молоко-сборники	Системы навозоудаления	Доильные аппараты	Доильные установки и залы	Доильные роботы	Мобильные кормораздатчики
1996	0	6	3	3	1	3
1997	0	5	0	7	4	2
1998	1	5	1	8	3	10
1999	1	6	5	6	9	6
2000	4	7	4	2	5	12
2001	3	13	6	6	9	8
2002	4	11	6	8	15	11
2003	3	11	7	16	10	4
2004	2	5	8	12	10	7
2005	3	5	3	6	10	3
2006	2	4	5	5	5	8
2007	2	11	1	7	11	10
2008	3	1	8	1	6	3
2009	3	0	12	2	1	3

дыдущей логисты (символизирующей стадию созревания и последующего дряхления) к быстро растущей ветви следующей (символизирующей стадию зарождения и ускоренного роста) может вызывать новые направления исследований, новые открытия или новые благоприятные для данной области возможности. Однако естественно возобновляемый рост такого рода не будет происходить, если фундаментальную область не подпитывать на уровне, достаточном для поддержки новых тенденций. Динамика изменения общего количества патентов в области технического потенциала животноводства напоминает логистический рост, однако в настоящий момент исследования в этой области имеют тенденцию к уменьшению (рис. 1). Для более точной оценки необходимо рассмотреть потоки патентной информации в разрезе машин и оборудования.

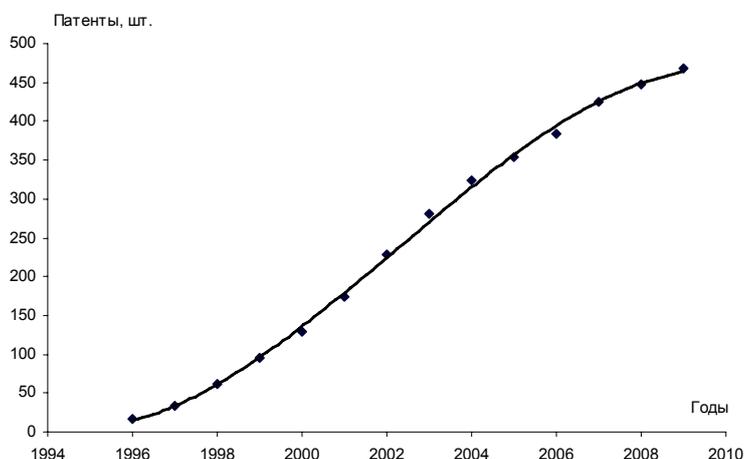


Рисунок 1. Рост потока патентной информации

ное». Развитие третьего направления связано с новыми требованиями, предъявляемыми зоотехнической наукой к кормлению животных. Появились такие виды кормов, как кормовые смеси с различным сочетанием компонентов, микродобавки, микроэлементы и т.д. Это повлекло за собой создание и разработку дозаторов, смесителей, измельчителей и т.д.

Отставание в росте потока патентных документов по вопросам охлаждения и хранения молока, по-видимому, можно объяснить тем, что здесь вопрос в основном решен и в настоящее время идет лишь некоторое усовершенствование устройств без кардинальных изменений.

Согласно аргументации Д. Прайса [2], рост многих процессов в науке, в том числе потока патентной информации в области животноводства, может быть отображен последовательностью логистических (S-образных) кривых, когда вслед за исчезновением старых появляются новые экспоненты, создавая эффект нарастания. Переход от медленно растущей ветви пре-

дидущей логисты (символизирующей стадию созревания и последующего дряхления) к быстро растущей ветви следующей (символизирующей стадию зарождения и ускоренного роста) может вызывать новые направления исследований, новые открытия или новые благоприятные для данной области возможности. Однако естественно возобновляемый рост такого рода не будет происходить, если фундаментальную область не подпитывать на уровне, достаточном для поддержки новых тенденций. Динамика изменения общего количества патентов в области технического потенциала животноводства напоминает логистический рост, однако в настоящий момент исследования в этой области имеют тенденцию к уменьшению (рис. 1). Для более точной оценки необходимо рассмотреть потоки патентной информации в разрезе машин и оборудования.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ с помощью пакета прикладных программ «Statistica 7» в модуле «Нелинейное оценивание», поскольку в основе расчета лежит субъективное определение вида регрессионной модели:

$$N = \frac{b_1}{1 + e^{b_2 - b_3 X}}$$

где N – число патентов (нарастающим итогом), ед;

X – анализируемый год в нормированных координатах;

b_1, b_2, b_3 – параметры уравнения регрессии.

При проведении анализа использована процедура оценивания по квази-ньютоновскому методу, дающему наилучшие результаты для большинства приложений, с установками начальных значений и размера шага по умолчанию. Построены 6 моделей регрессии со следующими непрерывными переменными:

- поток патентов по системам охлаждения молока;
- поток патентов по системам навозоудаления;
- поток патентов по доильным аппаратам;
- поток патентов по доильным залам;
- поток патентов по доильным роботам;
- поток патентов по мобильным кормораздатчикам [3].

Следует отметить, что в целях повышения устойчивости регрессионных уравнений и исключения, так называемых, эффектов «сверхчувствительности»,

когда незначительное изменение полученных коэффициентов приводит к вариации суммы квадратов остатков, моделирование стохастических систем необходимо выполнять в нормированных значениях факторов, в данном случае временного диапазона.

Для равномерного симметричного плана расчетная формула запишется в виде:

$$X_j = \frac{2(j-1)}{n-1} - 1,$$

где X_j – нормированное анализируемое значение года (табл. 2);

Таблица 2. Нормированные значения временного фактора

j	Год	X_j	j	Год	X_j
1	1996	-1,000	8	2003	0,077
2	1997	-0,846	9	2004	0,231
3	1998	-0,692	10	2005	0,385
4	1999	-0,538	11	2006	0,538
5	2000	-0,385	12	2007	0,692
6	2001	-0,231	13	2008	0,846
7	2002	-0,077	14	2009	1,000

n – количество экспериментальных точек (анализируемых лет);

j – текущий номер года ($j = 1$ для 1996 г., $j = 2$ для 1997 г., ..., $j = 14$ для 2009 г.), $j = 1, \dots, n$.

Математическая обработка экспериментальных данных по динамике поступления патентной информации показала, что в этом процессе просматриваются определенные закономерности. Ниже представлены математические модели, описывающие эти закономерности и их графическая интерпретация по основным техническим средствам.

Модель 1. Системы охлаждения и хранения молока

Полученная модель объясняет более 98% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$ (табл. 3).

Таблица 3. Результаты оценки модели по системам охлаждения и хранения молока

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	30,7	1,75	17,56	0,0000	26,9	34,6
b_2	0,31	0,15	2,01	0,0690	-0,03	0,65
b_3	3,1	0,37	8,39	0,0000	2,3	3,9

Из табл. 3 следует, что коэффициент b_2 является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 4.

График для визуальной проверки точности соответствия модели наблюдаемым данным приведен на рис. 2.

Таблица 4. Результаты оценки скорректированной модели по системам охлаждения и хранения молока

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	28,2	0,80	35,16	0,0000	26,5	30,0
b_2	–	–	–	–	–	–
b_3	3,6	0,38	9,44	0,0000	2,7	4,4

Рост кривой в 2001-2005 гг. обусловлен разработкой систем с промежуточным теплоносителем, подразделяющихся, в свою очередь, на льдоаккумулирующие системы (с фазовым переходом хладоносителя) и чиллеры (без фазового перехода).

В таких решениях компрессорный агрегат используется для охлаждения хладоносителя, хранящегося в теплоаккумулирующем танке.

Следует отметить, что до недавнего времени, системы с использованием льдоаккумуляторов существенно уступали танкам с непосредственным охлаждением, т.к. помимо самой емкости для молока, необходимо было еще разместить емкость для накопления льда. Но благодаря техническому решению, примененному компанией Раско, совместившей аккумулятор льда и емкость для молока в одном корпусе (танк типа IceBank), данная проблема была успешно решена [4].

Идея охлаждения молока в потоке имеет ряд положительных моментов.

Во-первых, полностью исключается риск замерзания молока.

Во-вторых, скорость охлаждения молока при орошении емкости с молоком водой, значительно выше, чем в системах с испарителями непосредственного действия.

Компрессорно-конденсаторный агрегат в системах с аккумулярованием льда работает в более стабильном режиме по сравнению с системами непосредственного действия. При аккумуляровании льда разница темпера-

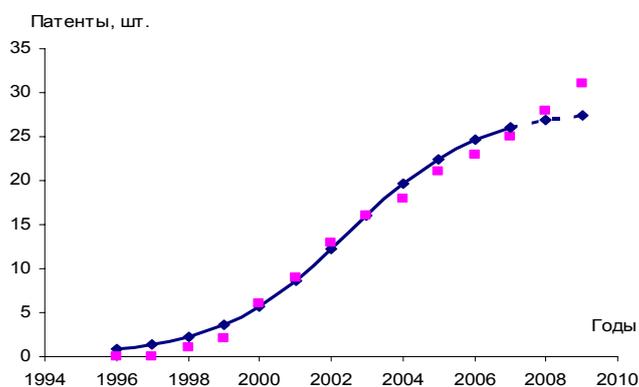


Рисунок 2. Тренд потока патентной информации по системам охлаждения и хранения молока

тур в начале цикла охлаждения и в конце составляет не более 6°C, а в традиционных системах достигает 34°C. При этом пиковые нагрузки, воздействующие на компрессор, снижены до минимума, и, как следствие, значительно увеличивается срок службы компрессорно-конденсаторного агрегата.

Еще один очень важный положительный момент заключается в том, что накопленный холод можно использовать не только для охлаждения внутренней емкости с молоком, но и для подключения внешнего теплообменника для первичного охлаждения молока. При этом молоко, поступаая в танк, будет иметь температуру +6-8°C, что полностью исключит проблему смешивания холодного и теплого молока. В этом случае не требуется расход чистой питьевой воды, так как система является замкнутой [5].

В то же время следует заметить, что описанные решения практически исчерпывают потенциал технических инноваций в области охлаждения молока. Такое заключение подтверждает и коэффициент b_1 кривой, приведенной на рис.2, который определяет асимптотический уровень функции. В данном случае $b_1 = 28$, что соответствует накопленной частоте патентов за период с 1996 по 2008 гг. Таким образом, сегодня наблюдается период эскалации, то есть качественный скачок или реализация новых технических решений, позволяющих перейти к очередному уровню развития в сфере охлаждения и хранения молока. Одной из таких тенденций является применение тепловых насосов для использования их в совмещенных циклах тепло- хладоснабжения сельскохозяйственных объектов, в частности животноводческих ферм.

Модель 2. Системы навозоудаления

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$, все параметры модели высокозначимы – $p=0,000 << 0,05$ (табл. 5).

График модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 3.

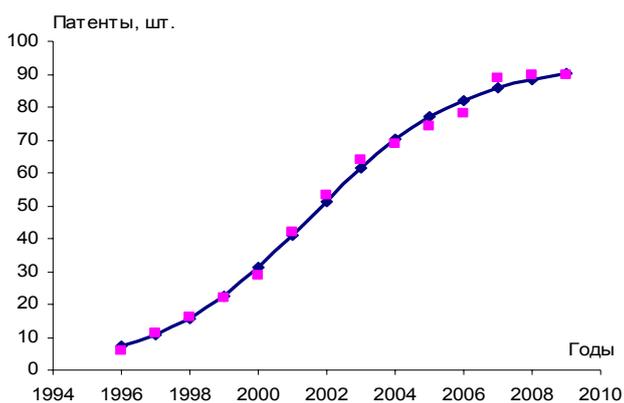


Рисунок 3. Тренды потоков патентной информации по системам навозоудаления

Как уже отмечалось ранее, по средствам удаления навоза наблюдается один из самых высоких потоков патентной информации в мире. Пик инноваций

в данной области пришелся на 2001-2003 годы. В это время получили развитие циклические скреперные установки. Принципиальное их отличие состоит в том, что скрепер выгребаает навоз в навозный канал, который может располагаться не только в конце коровника, но и в середине здания. Комби-скреперы и дельта-скреперы для решетчатых и бетонных полов поддерживают пол навозного прохода сухим и чистым, а, значит, обеспечивают содержание животных в комфортной санитарно-гигиенической обстановке. Кроме того, конструкция скреперов практически исключает возможность травматизма животных [6].

Тогда же получила распространение новая сплавная система навозоудаления по открытым проходам с расположенными на уровне крыши коровника баками для спуска жидкости и смыва навоза. Полуужидкий навоз подается к сепарирующему устройству, где отделяется жидкая фракция, которая закачивается в баки и повторно используется для смыва, а высушенная твердая фракция применяется в виде подстилки [7].

В то же время следует отметить, что проблемы удаления навоза изучены еще достаточно слабо. Поступающая информация содержит, в основном, сведения о разделении навоза на фракции, его утилизации, о снижении энергоемкости процесса, усилий на перемещения скреперов и т.д.

Анализ рис. 3 свидетельствует, что, начиная с 2007 года, произошел незначительный скачок кривой, связанный, на наш взгляд, с изменениями в вопросах навозоудаления, которые заключаются в новых формах содержания и обслуживания животных и методах эффективного его использования. Например, инновационным решением в свете требований экономики и экологии является использование высокоэффективной системы навозохранения в земляных лагунах со специальным пленочным покрытием или быстрорастворимых емкостях различной конфигурации со вспомогательным смесительным и насосно-нагнетательным оборудованием.

Таблица 5. Результаты оценки модели по системам навозоудаления

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	93,2	2,05	45,55	0,0000	88,7	97,8
b_2	-0,43	0,09	-4,71	0,0006	-0,63	-0,23
b_3	2,9	0,17	17,56	0,0000	2,6	3,3

Также новым словом является применение вакуумных универсальных прицепных агрегатов (свиперов), которые одновременно выполняют функции сбора, транспортировки и внесения навоза, либо малогабаритных самоходных агрегатов на резиновых гусеницах, оснащенных скребком для очистки навозных проходов и бункером для внесения подстилки в боксы.

Модель 3. Доильные аппараты

Предварительное изучение потока патентной информации позволило определить, что с 2008 года наблюдается резкий рост интенсивности исследований в указанной области. В этой связи автором был скорректирован временной лаг и выполнена оценка патентов в 1996-2007 гг., что позволило исключить из рассмотрения возможный новый период качественного развития. При этом также были изменены нормированные значения временного фактора.

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$, все параметры модели высокозначимы – $p=0,000 < < 0,05$ (табл. 6).

Таблица 6. Результаты оценки модели по доильным аппаратам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	53,2	1,21	43,86	0,0000	50,5	56,0
b_2	0,35	0,06	5,88	0,0002	0,21	0,48
b_3	2,9	0,13	22,08	0,0000	2,6	3,2

График модели за 1996-2007 гг. и нарастающего потока патентов приведен на рис. 4.

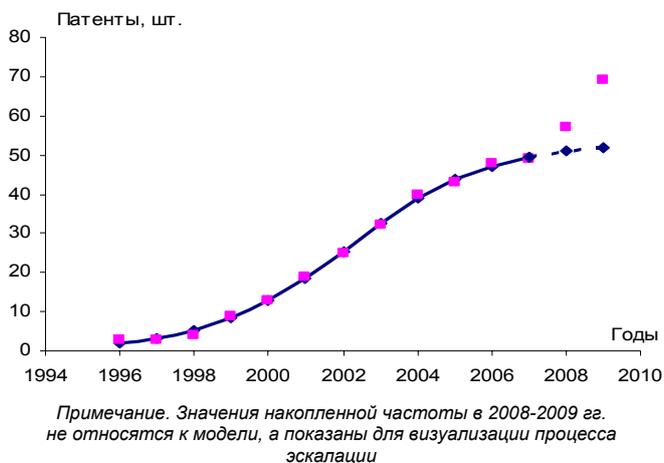


Рисунок 4. Тренды потоков патентной информации по доильным аппаратам

Из рис. 4 видно, что процесс нарастания потока информации по доильным аппаратам выглядел достаточно интенсивно в период с 2001 по 2004 гг. За рубежом в это время процесс нарастания потока наблюдался за счет отдельных усовершенствований и автоматизации доильных установок.

Например, получили развитие системы точного позиционирования доильного аппарата в соответствии с индивидуальными линейными промерами вымени и расположением сосков, устройства для стимуляции молокоотдачи и приспособления для «физиологического» выполнения заключительного этапа дое-

ния. Ведущие производители начали оснащать доильные установки системой автоматической промывки и дезинфекции подвесной части доильного аппарата после каждого доения устройствами контроля содержания соматических клеток.

Также проведены интенсивные разработки в части совершенствования конструктивных особенностей коллекторов в целях обеспечения стабильного отвода молока и поддержания уровня вакуума в доильных стаканах. Оборудование на основе таких решений обладает высокими эксплуатационными характеристиками и способствует предотвращению заболеваний сосков вымени инфекционными заболеваниями. В системе доения MultiLaktor коллектор вообще не предусмотрен, что обеспечивает значительное снижение массы подвесной части доильного аппарата, уменьшая тем самым нагрузку на вымя животного [8].

Начиная с 2008 года, произошел качественный скачок в области модернизации доильных аппаратов. Новой особенностью стало автономное доение каждой четверти вымени с автоматическим подбором технологических параметров доения (частота и соотношение тактов, величина вакуума, время доения) в зависимости от скорости молокоотдачи и величины удоя. После снижения молокоотдачи доильные стаканы снимаются индивидуально с каждой четверти [9].

Однако следует отметить, что процесс усовершенствования конструкций аппаратов, основанных на принципе вакуума, идет к насыщению. И, по-видимому, только оригинальные открытия в области физиологии доения вновь вызовут интенсивный рост патентного потока.

Модель 4. Доильные залы

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$ (табл. 7).

Таблица 7. Результаты оценки модели по доильным залам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	96,0	3,67	26,19	0,0000	88,0	104,1
b_2	-0,09	0,12	-0,75	0,4704	-0,36	0,18
b_3	2,7	0,22	12,14	0,0000	2,2	3,2

Аналогично случаю рассмотрения систем для охлаждения молока коэффициент b_2 является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 8.

График для визуальной проверки точности соответствия модели наблюдаемым данным приведен на рис. 5.

Новый этап в развитии доильных установок, станков, пунктов и залов начался в 1999 году и в соответствии с приведенным графиком, должен быть завершен в 2010-2011 годах.

Таблица 8. Результаты оценки скорректированной модели по доильным залам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	98,7	1,65	59,96	0,0000	95,1	102,2
b_2	—	—	—	—	—	—
b_3	2,6	0,14	18,38	0,0000	2,3	2,9

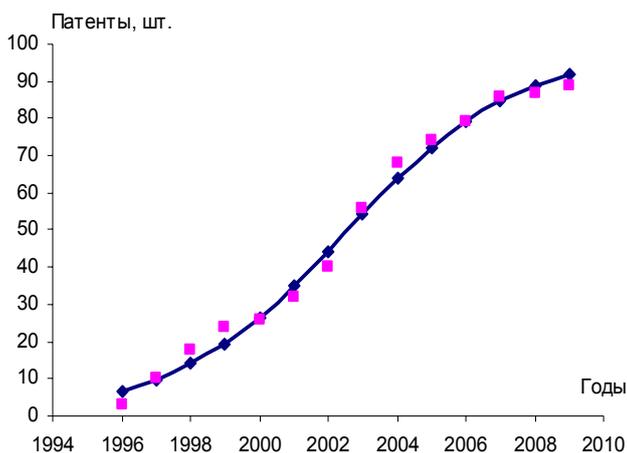


Рисунок 5. Тренды потоков патентной информации по доильным залам

В Европе такая тенденция связана с подавляющим преобладанием беспривязного способа содержания скота. Основные новаторские решения в этом направлении были связаны с автоматизацией выполнения процесса, широким использованием микропроцессорной техники, а также модернизацией преддоильных помещений. В частности, интересными новациями являются выполнение преддоильной площадки-накопителя с подъемом до 12° (по отношению к залу), использование систем «автоподгона» (например, Cowminder 007-015), мытья и сушки животных [10].

Что касается самих доильных залов, практически все фирмы-производители занимались улучшением эргонометрических характеристик (компактное расположение органов и узлов управления, расширение зоны обзора, сокращение маршрута передвижения животного) установок типа «Елочка» или «Параллель», а также внедрением программ автоматизированного управления стадом. Наиболее наукоемкими решениями, реализованными ведущими производителями DeLaval, Westfalia, Lely являются инфракрасная идентификация животных, датчики двигательной активности и руминации, регулируемый пол UNIFLOOR, световые датчики и информационные табло в зале доения и т.п. [9].

Сегодня становится очевидным, что дальнейшие инновации в данном направлении возможны лишь в части модернизации существующих технических решений, их дальнейшей автоматизации и компьютеризации.

Модель 5. Доильные роботы

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$ (табл. 9).

Таблица 9. Результаты оценки модели по доильным роботам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. Отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	103,9	2,54	40,87	0,0000	98,4	109,5
b_2	0,12	0,07	1,69	0,1198	-0,04	0,28
b_3	3,0	0,16	18,51	0,0000	2,7	3,4

Коэффициент b_2 , как и в предыдущем случае, является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 10.

Таблица 10. Результаты оценки скорректированной модели по доильным роботам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. Отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	100,5	1,26	79,93	0,0000	97,8	103,3
b_2	—	—	—	—	—	—
b_3	3,2	0,14	22,54	0,0000	2,9	3,5

График модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 6.

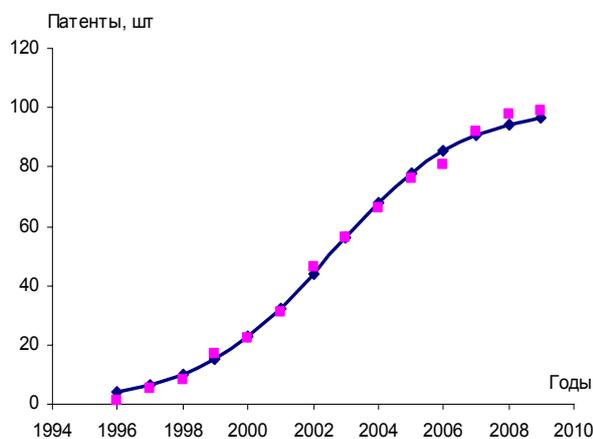


Рисунок 6. Тренды потоков патентной информации по доильным роботам

Первые коммерческие варианты доильных роботов появились в середине 90-х годов прошлого столетия. С тех пор и по настоящее время автоматические доильные системы продолжают совершенствоваться и активно использоваться во многих молочных хозяйствах различных стран. Организационно-технологические преимущества применения доильных роботов хорошо известны. Это, прежде всего, сокращение затрат труда на

обслуживание дойного стада в 3 и более раз. Во-вторых, высокая производительность, достигающая для однобоксовых систем 60-70 коров, при кратности доения до 6 раз в сутки. Использование роботизированной доильной техники позволяет доить животных не по строгому графику, регламентирующему выполнение всех технологических операций на ферме, а с биологически обоснованной кратностью в различные периоды лактации [11].

Предлагаемые доильные роботы имеют принципиально схожую конструкцию: в доильном боксе с автоматическим впуском и выпуском животных размещены кормушка для концентратов, электронный идентификатор, манипулятор для выполнения процесса доения, блок управляющих механизмов. Признанным мировым лидером в данной сфере является компания Lely (Голландия), представляющая на рынке доильные роботы серии Astronaut. Вне всякого сомнения, данные системы совершили настоящую революцию в молочной отрасли сельского хозяйства и являются комплексом инновационных технических решений: трехмерные перемещения манипулятора с системой сканирования, универсальная четырехтактная пульсационная система, компьютерная система управления фермой, система очистки. Иными словами, доильный робот – это гибкая модульная система, которая гарантирует качественное выполнение технологического процесса, практически, исключая влияние субъективного человеческого фактора [12].

В то же время необходимо отметить, что кривая потока патентной информации приближается к своему асимптотическому пределу, что свидетельствует о завершении инновационного цикла. Это подтверждает и поток новинок от фирмы Lely: Astronaut, Astronaut A3, Astronaut A3 Next, то есть идет модернизация системы без ее кардинального технического совершенствования.

В перспективе сохранятся тенденции улучшения автоматизированных систем на фоне острой конкуренции между фирмами-производителями данного оборудования. Однако, следующим этапом, на наш взгляд, будет являться разработка комплексных систем доения, кормления и управления стадом, которые обеспечат каждому животному свободный индивидуальный биологический цикл жизни.

Модель 6. Мобильные кормораздатчики

Полученная модель объясняет более 98% изменчивости. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$ (табл. 11).

Таблица 11. Результаты оценки модели по кормораздаточным устройствам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	91,9	4,29	21,43	0,0000	82,4	101,3
b_2	-0,26	0,17	-1,59	0,1404	-0,63	0,10
b_3	2,7	0,29	9,37	0,0000	2,1	3,3

Коэффициент b_2 является не значимым вследствие превышения заданного уровня значимости $p = 0,05$ и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 12.

Таблица 12. Результаты оценки скорректированной модели по кормораздаточным устройствам

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$.						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
b_1	99,2	2,21	44,98	0,0000	94,4	104,0
b_2	–	–	–	–	–	–
b_3	2,4	0,17	14,13	0,0000	2,0	2,7

График скорректированной модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 7.

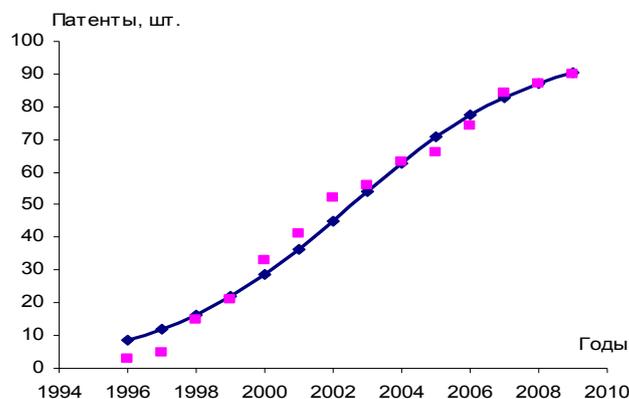


Рисунок 7. Тренды потоков патентной информации по кормораздаточным устройствам

Рост исследований в области создания мобильных средств для приготовления и раздачи кормов начался с 1996 года при одновременном прекращении потока патентной информации по стационарным кормораздатчикам. Во многом это объясняется кардинальным изменением технологии содержания животных – переход на беспривязный способ.

Наибольший интерес вызывает применение мобильных многофункциональных агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей. Использование данной системы кормления не только дало возможность оптимизировать рацион и полностью удовлетворить потребности животных в питании, повысить их продуктивность, но и комплексно механизировать на базе одной машины процессы загрузки, транспортировки, измельчения и смешивания кормов, взвешивания и дозированной раздачи.

Значительное число инноваций посвящено разработкам кормораздатчиков-смесителей с вертикальными шнеками для замены классического оборудования с горизонтальным расположением рабочих органов. Подобные решения были успешно реализованы в

широком спектре мощных самоходных и прицепных машин с объемом бункера до 50 м³ [9].

Исходя из тенденции затухания логистической кривой, прогнозируется развитие кардинально нового направления, заключающегося в разработке полностью компьютеризированных мобильно-стационарных раздатчиков по принципу подвешенного конвейера на монорельсе, обеспечивающих унифицированно-групповую раздачу кормов в соответствии с физиологическими особенностями животных данной группы.

Логический анализ полученных материалов позволил разработать сценарий развития системы машин в молочном животноводстве и на его основе подготовить прогноз или предполагаемое развитие системы применительно к основным технологическим процессам.

Выводы

Охлаждение и хранение молока

Реализация проекта по применению тепловых насосов для использования их в совмещенных циклах тепло-хладоснабжения сельскохозяйственных объектов, в частности, животноводческих ферм.

Уборка и утилизация навоза

В соответствии с прогнозной моделью в ближайшие 2-3 года продолжится реконструкция имеющихся животноводческих помещений путем активного внедрения скреперных систем навозоудаления. Одним из направлений совершенствования подобных систем является применение вакуумных универсальных прицепных агрегатов, собирающих навоз с помощью скреперов и вакуумных насосов.

Будут реализованы технологии вторичного использования навоза путем разделения его на фракции при помощи сепараторов. Получит развитие метод хранения навоза в лагунах или специальных растворимых емкостях.

Доильные аппараты

Автоматизация процесса доения: переход на автономное доение каждой четверти вымени с автоматическим подбором технологических параметров.

Новые оригинальные решения в области физиологии машинного доения, ведущие к кардинальным изменениям в конструкции доильных аппаратов, например, реализация технологии, основанной на исключении использования вакуума.

Доильные залы

Дальнейшее улучшение эргонометрических характеристик существующего оборудования. Внедрение систем компьютерного управления стадом, а также развитие высокоточных интегрированных систем для диагностики доильного оборудования, позволяющего комплексно исследовать пульсометрические и расходно-вакуумные характеристики.

Доильные роботы

Сохранение тенденций улучшения автоматизированных систем на фоне острой конкурентной борьбы между фирмами-производителями оборудования, развитие многобоксовых систем для крупных промышленных «мегаферм». Разработка комплексных систем доения, кормления и управления стадом, ко-

торые обеспечат каждому животному свободный индивидуальный биологический цикл жизни.

Кормоприготовление и раздача кормов

Модернизация мобильных многофункциональных агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей. Переход на техническое исполнение раздатчиков-смесителей с вертикальным расположением рабочих органов.

Разработка полностью компьютеризированных мобильно-стационарных раздатчиков по принципу подвешенного конвейера на монорельсе, обеспечивающих унифицированно-групповую раздачу кормов в соответствии с физиологическими особенностями животных данной группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bozeman, B. (eds.). Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice/ B. Bozeman, J. Melkers. – Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1993. – 304 p.
2. Прайс, Д. Малая наука, большая наука/ Д. Прайс // Наука о науке. – М.: Прогресс, 1966. – С. 281-384.
3. Statistica. Руководство по применению/ Т.3: Статистики II. – М.: StatSoft, 1995. – С. 3001-3062.
4. Передовые Европейские технологии для Российского производителя молока [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.euroagro.ru>. - Дата доступа: 14.06.2010
5. Танки-охладители молока. Введение [Электронный ресурс]. – 2009. –Режим доступа: <http://vsetanki.ru>. – Дата доступа: 14.06.2010
6. Новые технологии и надежные инновационные решения для молочного животноводства Беларуси// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №12. – С. 20-21.
7. Самосюк, В.Г. Производство и контроль качества молока в Израиле. Профессионализм и системный подход/ В.Г. Самосюк, В.О. Китиков// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №12. – С. 43-46.
8. Мишуров, Н. Приоритетные направления развития техники для молочного скотоводства за рубежом: сб. тр. ВНИИМЖ/ Н. Мишуров, т. 17// Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли, ч. 2. – Подольск, 2007. – С. 87-95.
9. Попков, Н.А. Основные тенденции и направления развития в животноводстве, кормопроизводстве, механизации сельского хозяйства по результатам выставки «EuroTier – 2006»/ Н.А. Попков, В.Г. Самосюк, Ф.И. Привалов// Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №3. – С. 78-83.
10. Палкин, Г. Ресурсоэффективные решения производства молока на новой ферме / Г. Палкин // Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №3. – С. 75-76.
11. Палкин, Г. Вторжение стальных дояров. Роботы для получения молока – ближайшая перспектива высокопродуктивных ферм страны / Г. Палкин// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №3. – С. 71-75.
12. Доильный робот Астронавт А3 – будущее доения в Беларуси// Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №8. – С. 74-75.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРА СО СХЕМОЙ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК «ЗВЕЗДА – ТРЕУГОЛЬНИК С ЗИГЗАГОМ»

М.А.Прищепов, докт. техн. наук, доцент, В.М. Збродыга, ст. препод., Г.И. Янукович, канд. техн. наук, профессор (БГАТУ)

Аннотация

В статье приведена методика технико-экономической оптимизации параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом». На основании данной методики разработаны алгоритм и программа расчета на ЭВМ, а также выполнены расчеты при различных исходных параметрах для анализа их влияния на технико-экономические показатели трансформатора.

The technique of technical and economic optimization of the transformer parameters with the scheme of windings connection «a star-triangle with a zigzag» is stated in the article. On the basis of the given technique the algorithm and the computer calculation program are developed, and also calculations are executed at the various initial parameters for the analysis of their influence on technical and economic indicators of the transformer.

Введение

В процессе производства трансформаторов заводы-изготовители стремятся изготовить трансформатор с самыми низкими капитальными затратами. Эксплуатирующие организации в большей степени интересуют минимальные издержки при их эксплуатации.

При проектировании трансформатора необходимо получить не самый дешевый трансформатор, а наиболее дешевую трансформацию энергии, то есть трансформатор, у которого первоначальные капитальные вложения в сумме с текущими затратами на его эксплуатацию за определенный промежуток времени будут минимальными. Разработанная методика позволяет получить трансформатор с высокими техническими характеристиками и минимальными совокупными дисконтированными затратами.

Основная часть

Годовые издержки при эксплуатации трансформатора формируются из амортизационных отчислений I_A , издержек на обслуживание I_O и стоимости потерь электроэнергии $I_{пэ}$ [1]:

$$I_{\Sigma} = I_A + I_O + I_{пэ}. \quad (1)$$

Амортизационные отчисления:

$$I_A = \frac{K}{T}, \quad (2)$$

где K – капиталовложения в изготовление трансформатора, руб.;

T – нормативный срок службы трансформатора, лет.

Издержки на обслуживание:

$$I_O = \gamma_{уез} n_{уез}, \quad (3)$$

где $\gamma_{уез}$ – годовые расходы по обслуживанию одной условной единицы электрооборудования, руб./год;

$n_{уез}$ – количество условных единиц электрооборудования, в которых оценивается трансформатор.

Издержки на обслуживание будут одинаковыми для всех вариантов расчета при определении оптимальных параметров трансформатора. Поэтому их можно не учитывать при сравнении различных вариантов.

Стоимость годовых потерь электроэнергии:

$$I_{пэ} = \Delta W_T c_{\Sigma}, \quad (4)$$

где ΔW_T – годовые потери электроэнергии в трансформаторе, кВт·ч/год;

c_{Σ} – тариф на электроэнергию, руб./(кВт·ч).

Годовые потери электроэнергии равны:

$$\Delta W_T = (P_K + \kappa_{\Sigma} Q_K) \left(\frac{S_{\max}}{S_H} \right)^2 T_{\Sigma} + (P_X + \kappa_{\Sigma} Q_X) t_X, \quad (5)$$

где P_K – потери короткого замыкания, кВт;

P_X – потери холостого хода, кВт;

κ_{Σ} – экономический эквивалент, показывающий величину активной мощности, необходимой для производства и распределения единицы реактивной мощности;

Q_K – реактивная составляющая мощности короткого замыкания трансформатора, кВ·Ар;

S_{\max} – максимальная нагрузка трансформатора, кВ·А;

S_n – номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

T_{σ} – время максимальных потерь, ч/год;

t_x – продолжительность работы трансформатора за год, ч/год.

Реактивная составляющая мощности короткого замыкания:

$$Q_k = \frac{U_{kp} S_H}{100}, \quad (6)$$

где U_{kp} – реактивная составляющая напряжения короткого замыкания, %.

Капиталовложения в изготовление трансформатора для различных вариантов расчета будут различаться только стоимостью активной части. Поэтому при сравнении вариантов для упрощения расчета ограничимся учетом капиталовложений только в активную часть трансформатора, которые равны:

$$K = K_{из.пр.} Z_M (G_1 + G_2) + K_{изг.ст.} K_{отх} Z_{CT} (G_{Я} + G_C), \quad (7)$$

где $K_{из.пр.}$ – коэффициент, учитывающий стоимость изоляционных материалов и стоимость изготовления обмотки;

Z_M – стоимость обмоточного провода, руб./кг;

G_1, G_2 – масса обмоток высшего и, соответственно, низшего напряжения, кг;

$K_{изг.ст.}$ – коэффициент, учитывающий стоимость изготовления магнитопровода;

$K_{отх}$ – коэффициент, учитывающий отходы при раскросе стали;

Z_{CT} – стоимость электротехнической стали, руб./кг;

$G_{Я}, G_C$ – масса ярм и стержней магнитопровода, кг.

Совокупные дисконтированные затраты:

$$СДЗ = K + (I_{ПЗ} - I_A) \alpha_T, \quad (8)$$

где α_T – дисконтирующий множитель.

$$\alpha_T = \frac{(1 + E)^T - 1}{E(1 + E)^T}, \quad (9)$$

где E – дисконтная ставка.

Наилучшим будет трансформатор, параметры которого обеспечивают наименьшие совокупные дисконтированные затраты за расчетный период [2]:

$$СДЗ = \min. \quad (10)$$

Конструктивные размеры трансформатора, соответствующие наименьшим дисконтированным затратам, являются оптимальными.

Для определения оптимальных параметров трансформатора требуется рассмотрение большого числа вариантов расчета, отличающихся величиной капиталовложений и эксплуатационных издержек, которые зависят от степени загрузки и размеров элементов магнитной и электрической системы. Поэтому параметрами оптимизации являются плотности токов в первичной $X1_1$ и вторичной $X1_2$ обмотках, определяющие материалоемкость обмоток и величину потерь короткого замыкания, а также диаметр $X1_3$ и высота $X1_4$ стержней, определяющие материалоемкость магнитопровода и величину потерь холостого хода. Для выполнения поставленной задачи авторами публикации разработана блок-схема алгоритма технико-экономической оптимизации параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом» методом покоординатного поиска, приведенная на рис. 1, где $NN=4$ – число оптимизируемых параметров; $X1_j$ – оптимизируемые параметры; $SHTRAF$ – штрафная функция; FUN – целевая функция; KON – количество вычислений целевой функции; Z – количество изменений направлений поиска; DD – количество неудачных шагов; KN – коэффициент направления поиска; S_j – шаг изменения оптимизируемых параметров; KN_j – коэффициент штрафа по параметрам; CC – количество удачных шагов; XV_j, XN_j – верхние и нижние значения оптимизируемых параметров, и соответственно программа на алгоритмическом языке Pascal. Для расчета целевой функции оптимизации FUN , равной совокупным дисконтированным затратам, использовалась разработанная ранее авторами методика [3] и компьютерная программа [4] расчета конструктивных параметров указанного трансформатора.

Разработанная программа предусматривает расчет оптимальных параметров трансформаторов различной мощности и напряжения с учетом выбора типа и материала применяемого обмоточного провода, марки и толщины пластин электротехнической стали магнитопровода. В программе предусмотрен выбор сечения и габаритных размеров обмоточного провода первичной и вторичной обмотки из введенного в нее массива стандартных значений. Она позволяет определять оптимальные технико-экономические показатели (потери холостого хода и короткого замыкания, капитальные вложения в активную часть трансформатора, амортизационные отчисления, стоимость потерь электроэнергии, совокупные дисконтированные затраты за расчетный период) трансформатора и соответствующие им конструктивные размеры активной части.

С использованием разработанной программы проведены расчеты на ЭВМ оптимальных параметров трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом» различных мощностей и различных вторичных напряжений. Характер изменения оптимальных параметров аналогичен для трансформаторов различной мощности и напряжения. Установлено, что при различном нормативном сроке службы трансформатора и различной продолжительности его работы в году оптимальные конструктивные

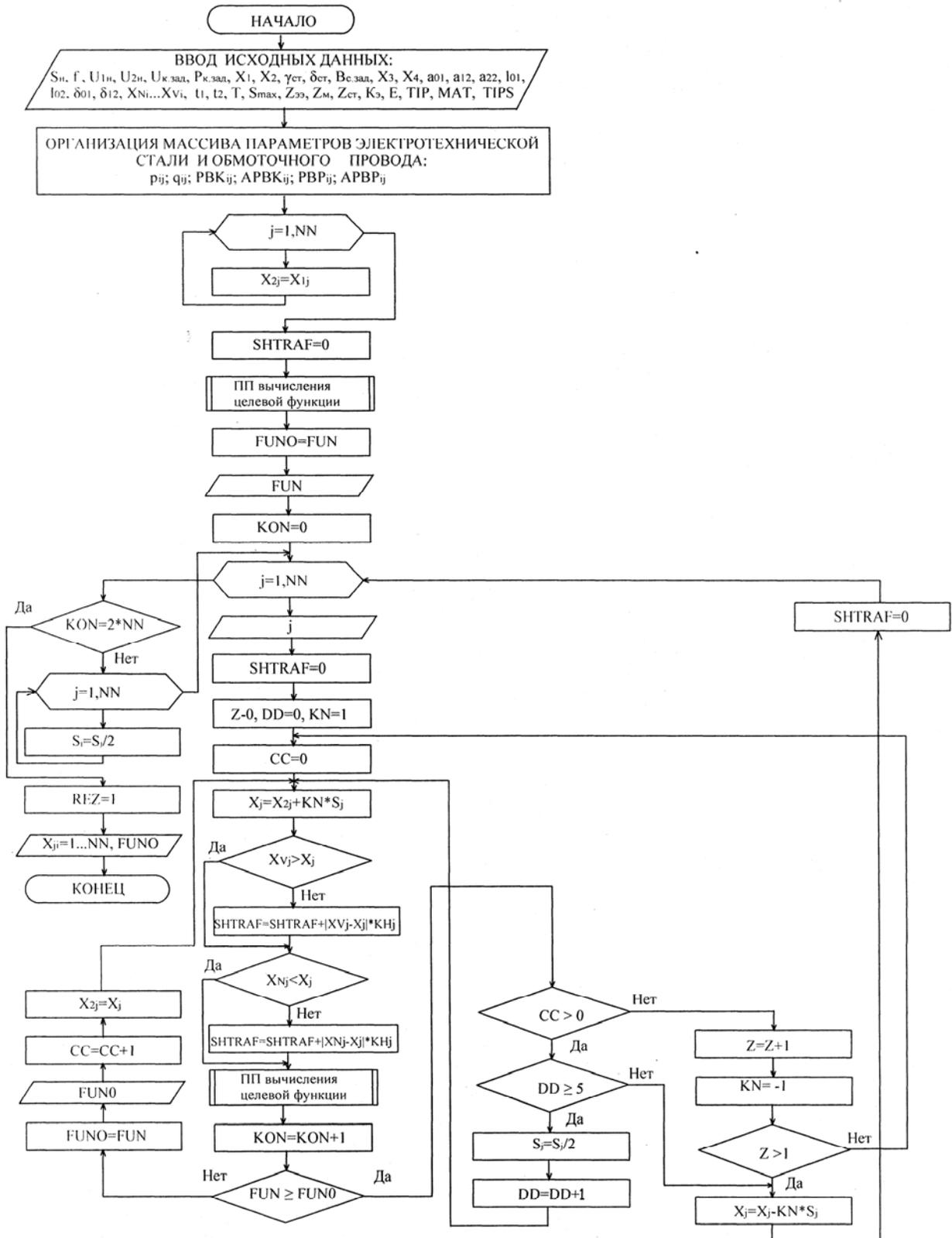


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма технико-экономической оптимизации параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом»

размеры трансформатора остаются неизменными. Оптимальные конструктивные размеры зависят от соотношения стоимости применяемых материалов и тарифа на электроэнергию.

Расчеты оптимальных параметров выполнены для трансформатора типа ТС мощностью 10 кВА напряжением 380/220 В с обмотками из медного провода круглого сечения в зависимости от стоимости обмоточного провода при различных значениях тарифа на электроэнергию (при существующем тарифе на электроэнергию – 323 руб./кВт·ч), а также при предполагаемых тарифах – 500 и 1000 руб./кВт·ч. Изменение стоимости обмоточного провода принято в пределах 16000–46000 руб./кг.

Результаты расчета показывают, что с ростом стоимости обмоточного провода при действующем в настоящее время тарифе на электроэнергию оптимальный диаметр стержней остается практически неизменным, а при увеличении тарифа – уменьшается. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода приводит к увеличению оптимального диаметра стержней. При этом увеличивается площадь поперечного сечения стержней и ярм, а магнитная индукция уменьшается (рис. 2).

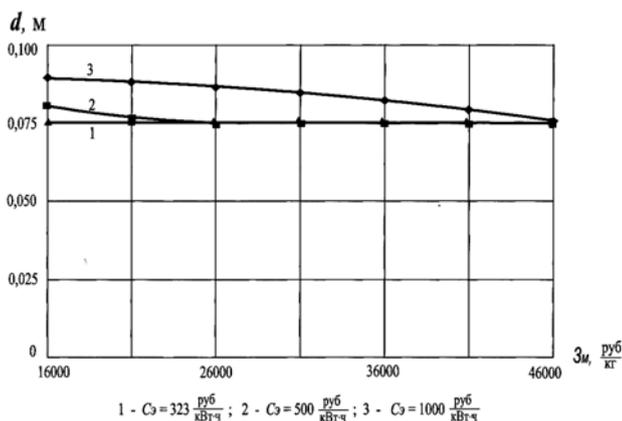


Рисунок 2. Зависимости $d = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками

Оптимальная высота стержней магнитопровода незначительно увеличивается с ростом стоимости обмоточного провода. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода приводит к незначительному уменьшению оптимальной высоты стержней.

С ростом стоимости обмоточного провода оптимальное расстояние между осями стержней s и оптимальное соотношение основных размеров β уменьшаются за счет снижения объема обмоточного провода. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода приводит к увеличению оптимального расстояния между осями стержней s и соотношения основных

размеров β за счет увеличения объема обмоточного провода (рис. 3, 4).

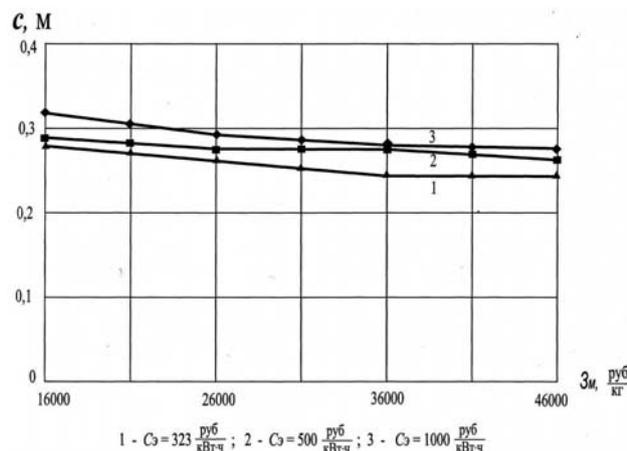


Рисунок 3. Зависимости $s = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками

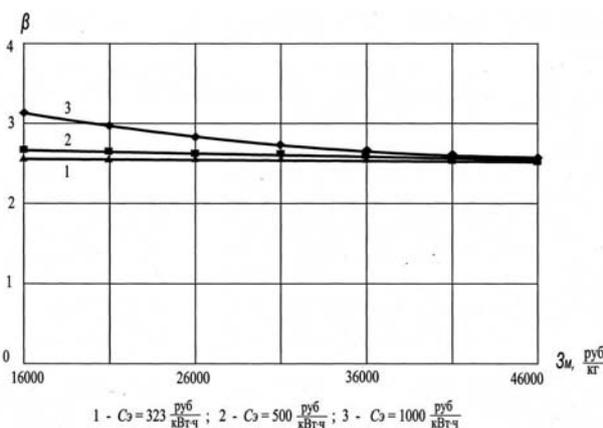
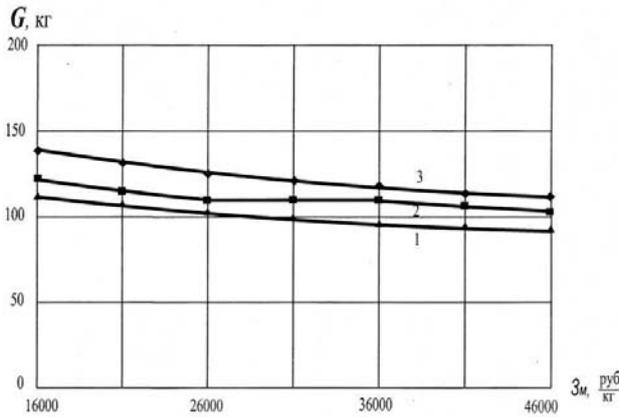


Рисунок 4. Зависимости $\beta = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками

С ростом стоимости обмоточного провода оптимальный вес металла обмоток снижается за счет увеличения плотности токов в обмотках, что уменьшает радиальные размеры обмоток и длину ярм магнитопровода. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода увеличивает его вес (рис. 5).

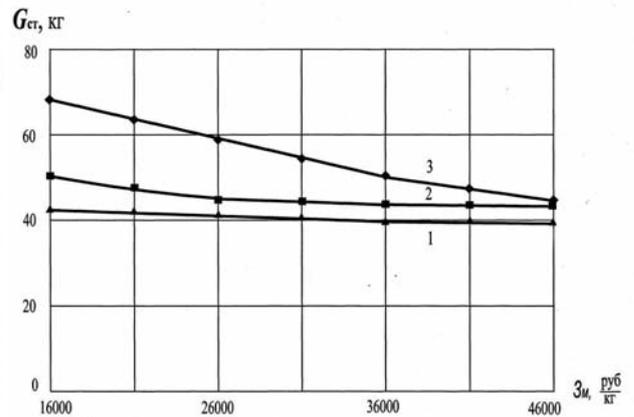
При увеличении стоимости обмоточного провода, с учетом характера изменения оптимальных значений основных размеров магнитопровода, масса стали магнитопровода трансформатора уменьшается в основном за счет снижения массы ярм. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода увеличивает массу стали (рис. 6).

Характер изменения оптимального значения потерь короткого замыкания определяется соотношением стоимости обмоточного провода и тарифа



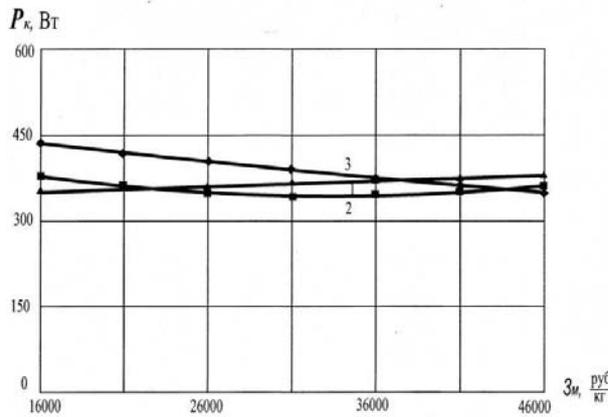
1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 5. Зависимости $G = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками



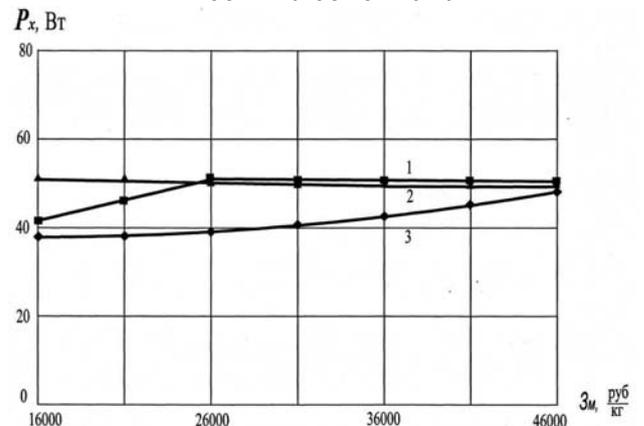
1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 6. Зависимости $G_{СТ} = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками



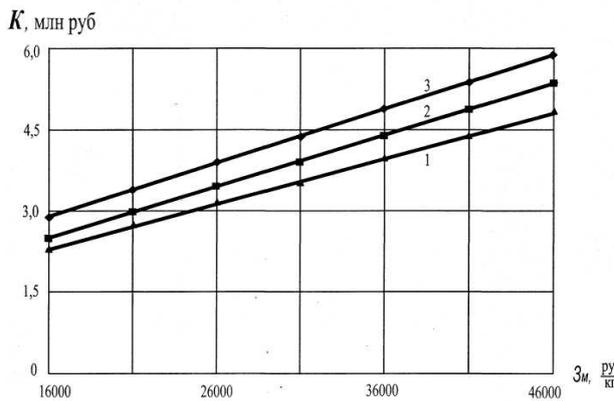
1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 7. Зависимости $P_K = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками



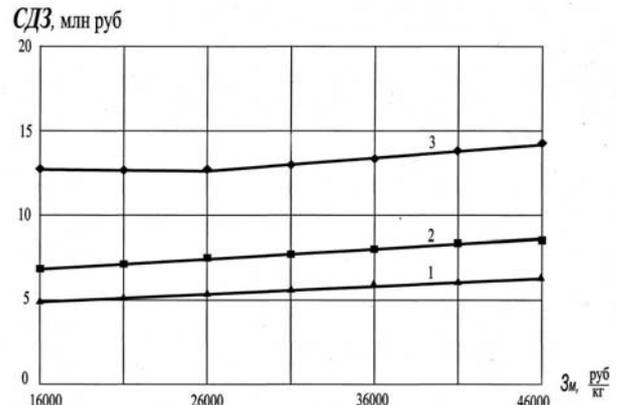
1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 8. Зависимости $P_X = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками



1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 9. Зависимости $K = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками



1 - $C_3 = 323 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 2 - $C_3 = 500 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$; 3 - $C_3 = 1000 \frac{\text{руб}}{\text{кВтч}}$

Рисунок 10. Зависимости $CДЗ = f(Z_M)$ для трансформатора типа ТС-10/0,38 с медными обмотками

на электроэнергию. С ростом стоимости обмоточного провода оптимальные потери короткого замыкания возрастают при действующем тарифе на электроэнергию, при увеличении тарифа – сначала уменьшаются до определенного значения и потом начинают возрастать, при еще большем увеличении тарифа – уменьшаются (рис. 7).

Поскольку с ростом стоимости обмоточного провода уменьшается масса стали, в том числе и за счет уменьшения площади поперечного сечения стержней и ярм, то незначительно возрастают оптимальные потери холостого хода за счет увеличения удельной нагрузки на магнитную систему. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода увеличивает оптимальное сечение стержней и ярм. Магнитная индукция при этом уменьшается, и снижаются потери холостого хода (рис. 8).

Оптимальные капитальные вложения и амортизационные отчисления увеличиваются с ростом стоимости обмоточного провода. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода увеличивает величину капитальных вложений (рис. 9).

Характер изменения оптимальной стоимости потерь электроэнергии в трансформаторе за год также определяется соотношением цены обмоточного провода и тарифа на электроэнергию. С ростом цены обмоточного провода оптимальная стоимость потерь электроэнергии возрастает при действующем тарифе на электроэнергию, а при значительном увеличении тарифа – сначала уменьшается до определенного значения и потом начинает возрастать. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях цены обмоточного провода увеличивает стоимость потерь электроэнергии в трансформаторе.

Оптимальные совокупные дисконтированные затраты возрастают с ростом стоимости обмоточного провода. Увеличение тарифа на электроэнергию при неизменных значениях стоимости обмоточного провода также увеличивает совокупные дисконтированные затраты (рис. 10).

С целью выявления влияния типа и материала обмоточного провода на оптимальные параметры трансформатора произведены расчеты на ЭВМ с использованием разработанной программы для медного

и алюминиевого провода круглого и прямоугольного сечения. При расчете приняты существующие в настоящее время усредненные цены на обмоточный провод (медный – 36000 руб./кг, алюминиевый – 8100 руб./кг), электротехническую сталь (8400 руб./кг) и действующий тариф на электроэнергию для производственных сельскохозяйственных потребителей, равный 323 руб./(кВт·ч). В табл. 1 представлены результаты расчетов для трансформатора мощностью 10 кВА, напряжением 380/220 В.

Таблица 1. Оптимальные параметры трансформатора типа ТС-10/0,38 со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом для различного типа обмоточного провода

Параметры	Медный обмоточный провод		Алюминиевый обмоточный провод	
	круглого сечения	прямоугольного сечения	круглого сечения	прямоугольного сечения
d , м	0,078	0,075	0,075	0,089
l_c , м	0,210	0,200	0,200	0,210
c , м	0,259	0,265	0,444	0,420
β	2,59	2,72	3,14	3,75
G , кг	84	89	113	118
G_{cm} , кг	44	40	56	78
P_k , Вт	421	376	392	346
P_x , Вт	43	50	68	45
K , млн. руб.	3,580	3,747	1,463	1,704
$I_{пз}$, млн. руб.	0,570	0,563	0,639	0,510
I_A , млн. руб.	0,238	0,249	0,097	0,113
$СДЗ$, млн. руб.	5,702	5,752	4,771	4,222

Из табл. 1 видно, что тип сечения обмоточного провода оказывает меньшее влияние на оптимальные конструктивные параметры трансформатора, чем материал.

Провод прямоугольного сечения позволяет более плотно укладывать обмотки, что должно уменьшить радиальные размеры обмоток, среднюю длину витка, расход обмоточного провода и расход электротехнической стали за счет уменьшения длины ярм. Однако при этом ухудшаются условия охлаждения обмоток, и требуется введение дополнительных каналов охлаждения, что увеличивает радиальные размеры обмоток и длину ярм магнитопровода. Одновременно для улучшения условий охлаждения обмоток возможно снижение плотности тока в обмотках для уменьшения мощности короткого замыкания и тепловых потерь, что увеличивает сечение и вес обмоточного провода. Радиальные размеры обмоток и длина ярм магнитопровода при этом могут не увеличиваться, а даже уменьшаться за счет уменьшения количества каналов охлаждения. Одновременное взаимодействие всех вышеперечисленных факторов позволило определить оптимальные параметры трансформатора с учетом сложившегося уровня стоимости применяемых материалов и тарифа на электроэнергию. При использова-

нии медного провода прямоугольного сечения по сравнению с проводом круглого сечения незначительно снижается диаметр d и высота стержня l магнитопровода, увеличивается расстояние между осями стержней c и соотношение основных размеров β , увеличивается расход обмоточного провода G , снижаются потери короткого замыкания P_k , незначительно снижается расход стали $G_{ст}$ и несколько увеличиваются потери холостого хода P_x , незначительно снижается годовая стоимость потерь электроэнергии $I_{пэ}$, незначительно увеличиваются капиталовложения K , амортизационные отчисления I_A и совокупные дисконтированные затраты $СДЗ$. При использовании алюминиевого провода прямоугольного сечения по сравнению с проводом круглого сечения увеличивается диаметр d и высота стержня l_c магнитопровода, уменьшается расстояние между осями стержней c , увеличивается соотношение основных размеров β , увеличивается расход обмоточного провода G , снижаются потери короткого замыкания P_k , увеличивается расход стали $G_{ст}$, снижаются потери холостого хода P_x , снижается годовая стоимость потерь электроэнергии $I_{пэ}$, увеличиваются капиталовложения K и амортизационные отчисления I_A , а совокупные дисконтированные затраты $СДЗ$ снижаются.

Влияние материала обмоточного провода на оптимальные параметры трансформатора довольно существенное.

Во-первых, алюминиевый обмоточный провод имеет большее активное сопротивление электрическому току по сравнению с медным. Для обеспечения оптимального уровня потерь короткого замыкания и теплового режима плотность тока в алюминиевом проводе должна быть меньше, чем в медном. Следовательно, применение алюминия по сравнению с медью увеличивает сечение и объем обмоточного провода, размеры обмоток и расход электротехнической стали за счет увеличения длины ярм.

Во-вторых, стоимость алюминиевого обмоточного провода более чем в четыре раза ниже стоимости медного обмоточного провода, что значительно снижает капитальные вложения в производство трансформатора. При этом составляющая стоимости потерь электроэнергии в совокупных дисконтированных затратах увеличивает свой вес. Становится целесообразным снижение потерь электроэнергии в трансформаторе за счет дальнейшего снижения плотности тока в обмотках и величины магнитной индукции. Соответственно увеличивается сечение и объем обмоточного провода, размеры обмоток, длина ярм, а также площадь поперечного сечения стержней и ярм магнитопровода, что дополнительно увеличивает расход электротехнической стали.

Одновременное взаимодействие указанных факторов при использовании алюминиевого обмоточного

провода по сравнению с медным приводит к увеличению оптимального расстояния между осями стержней c , увеличению оптимального соотношения основных размеров β , увеличению сечения и расхода обмоточного провода G , снижению оптимальных потерь короткого замыкания P_k , увеличению расхода стали $G_{ст}$, значительному уменьшению капиталовложений K и амортизационных отчислений I_A , а также совокупных дисконтированных затрат $СДЗ$.

Выводы

1. Расчеты показали, что значения оптимальных конструктивных параметров трансформатора определяются соотношением стоимости обмоточного провода и тарифа на электроэнергию. При этом изменение нормативного срока службы и продолжительности работы трансформатора в году, а также стоимость электротехнической стали, практически не влияет на значения оптимальных конструктивных параметров.

2. С ростом стоимости обмоточного провода при действующем тарифе на электроэнергию снижается оптимальная масса обмоток и магнитопровода, а оптимальные значения потерь холостого хода и короткого замыкания возрастает. При этом увеличиваются совокупные дисконтированные затраты на трансформацию электроэнергии.

3. Использование алюминиевого обмоточного провода при изготовлении трансформатора по сравнению с медным приводит к увеличению материалоемкости обмоток и магнитопровода, но при этом снижаются капитальные вложения и совокупные дисконтированные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – Москва: Колос, 2000. – 536 с.

2. Королевич, Н.Г. Экономическое обоснование технических решений в дипломных проектах по электроснабжению предприятий АПК / Н.Г. Королевич, В.В. Ширшова, Г.И. Янукович. – Минск: БГАТУ, 2008. – 80 с.

3. Прищепов, М.А. Методика расчета конструктивных параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом» / М.А. Прищепов, В. М. Збродыга, Г. И. Янукович // Агропанорама. – 2010. – №5. – С. 29-33.

4. Расчет трансформатора: свид-тво о регистрации компьютерной программы №242 / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, И.Г. Рутковский, Г. И. Янукович; заявитель БГАТУ. – № С20100122; заявл. 14. 10. 2010; дата регистр. 25. 10. 2010 // Реестр зарегистрированных компьютерных программ / Нац. центр інтелектуал. уласнасці. – 2010.

ПРИБОР ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Н.Е. Шевчик, канд. техн. наук, доцент, В.И. Русан, докт. техн. наук, профессор (БГАТУ);
А.А. Солдатенко, гл. инженер (ГУ «Научно-исследовательский и проектно-технологический
институт хлебопродуктов»); А.Л. Тимошук, канд. техн. наук,
В. В. Викторovich, научн. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»)

Аннотация

Разработан прибор для диагностирования асинхронных двигателей под нагрузкой. Приведены конструкция, описание программного обеспечения и принципа его работы.

The device for diagnosing the asynchronous motor under the load is developed. The design, software description and the principle of its operation are cited.

Введение

В сельском хозяйстве эксплуатируется значительное количество асинхронных двигателей, обслуживающих разнообразные технологические процессы [1]. Большинство из них работает в условиях высокой влажности, химически агрессивной среды, повышенной запыленности, с частыми пусками [2]. В таких условиях срок службы двигателей меньше нормативного в 1,5-2 раза. Ущерб от выхода из строя электродвигателей достаточно большой.

Согласно системе плано-предупредительных ремонтов в сельскохозяйственных организациях (ППРсх), к электрооборудованию должны быть применены профилактические действия, которые включают в себя техническое обслуживание, диагностирование и текущий ремонт [2].

В настоящее время при диагностировании используется множество приборов – от простых до сложных, как отечественного, так и зарубежного производства. Это индикаторы, мегомметры, токовые клещи, штанги, комбинированные многофункциональные аналоговые и цифровые приборы (тестеры, мультиметры). С их помощью контролируется ряд параметров: мегомметром – сопротивление, ваттметром – мощность, вольтметром – напряжение и т.д. Реже электротехническими службами сельскохозяйственных предприятий используются осциллографы, анализаторы, тахометры, позволяющие контролировать параметры на более высоком качественном уровне. Двигатель для диагностирования необходимо отключать от сети, сами операции сравнительно трудоемки, не все возможные неисправности можно диагностировать.

Предлагаемые сегодня отечественными разработчиками измерительной аппаратуры новые приборы по своей сути являются модернизацией более ранних разработок с целью улучшения их метрологических характеристик: повышения класса точности, быстродействия, а также введения дополнительных сервисных функций (программирования, оперативной памяти, мультиплексирования и т.д.). Разрабатываемые

приборы, как правило, стационарного применения, не универсальны, сложны в эксплуатации и имеют высокую стоимость [3,4]. Поэтому разработка компактного прибора, позволяющего обеспечить контроль технических характеристик, и по результатам измерений токов, напряжений фаз, частоты вращения, сопротивления изоляции и температуры обмоток, выполнить количественную оценку прогнозирования возможных неисправностей и срока службы электродвигателей, является задачей актуальной.

Основная часть

Специалистами РУП «Институт энергетики АПК НАН Беларуси», ГУ «НИПТИхлебопродукт» и БГАТУ был разработан и изготовлен опытный образец автоматизированного устройства диагностирования технического состояния электродвигателей, характеристики которого представлены в табл.1.

Опытный образец устройства представляет собой модули, собранные в корпус и связанные между собой посредством шин [5-7].

Устройство состоит из следующих частей (рис. 1):

- модуля процессорного (включает модуль микроЭВМ);
- модуля индикатора;
- панели передней (клавиатуры);
- панели задней;
- блока питания;
- корпуса.

Все измерительные каналы имеют оптронную гальваническую развязку. Каждый канал имеет собственный источник питания. Разрядность АЦП – 16 бит. В качестве первичных преобразователей в приборе применяются для измерения:

- напряжения – резистивные высокоомные (более 10 МОм на канал) делители напряжения на прецизионных резисторах, относительная погрешность на канал 0,01%;
- тока – токовые клещи АРРА 39/39R с расширенной полосой пропускания частот от 10 Гц до 10 кГц, по-

грешность в диапазоне 0 – 40 А (0,5% + 4 бита младшего разряда), 40–400 А (0,5% + 6 бит младшего разряда);

гонезависимую память; вывод измеренной информации на ЖКИ, обработка нажатий клавиатуры. Вычисление БПФ и математическая обработка данных производится модулем микро-ЭВМ, который подключен через шину РС104 к вычислителю. В модуле микро-ЭВМ также хранится информация о настройках и калибровочных коэффициентах устройства. В состав вычислителя входят:

Таблица 1. Технические характеристики прибора

Наименование показателя	Значение
Количество измерительных каналов устройства, шт. в том числе:	7
для измерения напряжения, шт.	3
для измерения тока, шт.	3
для измерения частоты вращения, шт.	1
Количество измерительных каналов мегомметра, шт. в том числе:	2
для измерения сопротивления обмоток постоянному току, шт.	1
для измерения сопротивления изоляции обмоток, шт.	1
Диапазон измерения напряжения, В	0 – 400
Приведенная погрешность измерения напряжения, %	1
Диапазон измерения тока, А	0 – 400
Приведенная погрешность измерения тока, %	1,5
Количество датчиков температуры, шт.	0 – 8
Диапазон измерения температуры, °С	минус 30 плюс 125
Абсолютная погрешность измерения температуры, °С	0,5
Диапазон измерения частоты вращения, об/мин	0 – 3000
Диапазон измерения сопротивления обмоток, Ом	0 – 1000
Диапазон измерения сопротивления изоляции, МОм	0,5 – 20
Масса, кг (не более)	5

- КР1533 АП 6 буфер шины адреса/данных РС104;
- Т89с51СС01 контроллер ЖКИ и клавиатуры;
- D7 – EPM7128SQI100-10 – контроллер БПФ;
- AS7C4096 – память выборок для БПФ;
- D10 – EPM7128SQI100-10 – контроллер энергонезависимой памяти;
- D16 – EPM7128SQI100-10 – контроллер шины адреса данных для связи с submodule преобразователя;
- TC55VBM416AFTN55 – энергонезависимая память.

Субмодуль преобразователя предназначен для приема измерительных сигналов от испытуемого объекта и преобразования их в цифровой код. Преобразователь содержит каналы измерения напряжения и тока. Построены каналы на базе АЦП фирмы «Analog Devises AD976AN». Время преобразования 5 мкс, что позволяет получать 1024 выборки за 1 с и обеспечивать точность измерения 1%. Измерение температуры испытуемых объектов производится с помощью цифровых датчиков фирмы «Dalas Semiconductor DS18S20». Преобразователь содержит контроллер (AT89C8252- 24PI) для управления мультиплексором каналов измерения температуры и передачей измеренных данных в вычислитель. В состав submodule преобразователя входят:

- AD976AN – аналого-цифровые преобразователи каналов измерения тока и напряжения;
- AD624AD – операционные усилители каналов измерения тока;
- ADG 411 BN – мультиплексоры каналов измерения температуры.

Блок питания предназначен для питания напряжениями соответствующих величин (+5 В, +15 В, -15 В) всех модулей устройства. Блок питания включает:

- TMS 25105 AC/DC преобразователя (~ 220 В -> +5 В постоянного напряжения);
- TEN 3 – 0522 – питание мультиплексора каналов измерения температуры;
- TYL05 15W05 – питание аналого-цифровых преобразователей.

Расположение блоков в корпусе устройства представлено на рис. 3.



Рисунок 1. Внешний вид прибора для диагностирования асинхронных двигателей

- температуры – цифровой датчик DS18B20 – PAR – погрешность 0,1 °С, диапазон измерения от минус 55 до плюс °С;

- частоты вращения – импульсный датчик типа А22 фирмы "Тилком".

Модуль процессорный состоит из двух submodule – submodule вычислителя и submodule преобразователя, как показано на рис. 2. Вычислитель предназначен для предварительной обработки и хранения данных. В процедуру обработки данных входят: прием данных с шины, вычисление коэффициентов быстрого преобразования Фурье (БПФ) [8, 9], запись их в энер-

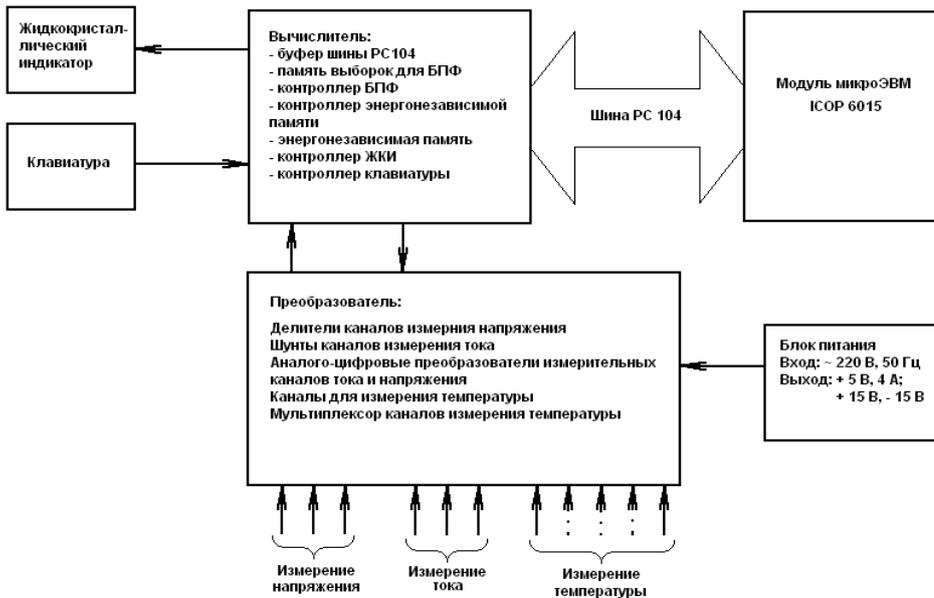


Рисунок 2. Функциональная схема автоматизированного устройства диагностирования асинхронных электродвигателей

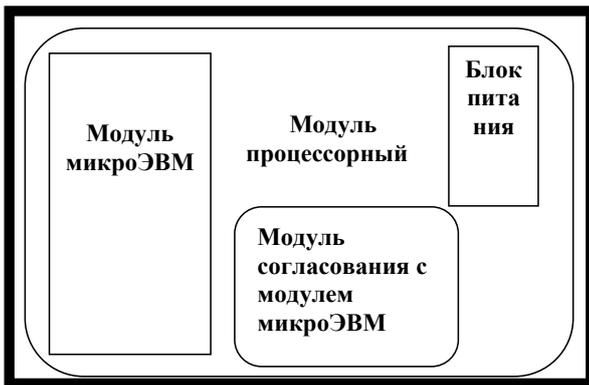


Рисунок 3. Расположение блоков в корпусе устройства диагностирования

Программное обеспечение прибора состоит из нижнего и верхнего уровней.

Нижний уровень обеспечивает управление устройством, расчет и первичную обработку параметров, обмен данными с техническими средствами верхнего уровня.

Функции, которые выполняет устройство под управлением ПО нижнего уровня:

- управление АЦП, микроЭВМ, часами реального времени, памятью;
- синхронизация обмена информацией между составными частями устройства;
- диагностика работы составных частей устройства;
- подготовка и обработка данных, полученных от АЦП;
- управление портами ввода-вывода.

Программное обеспечение нижнего уровня разработано на базе ОС Linux и состоит из двух модулей (рис. 4):

- модуля взаимодействия с терминалом ввода/вывода (узел ЖКИ и клавиатуры) LT;

- основного функционального модуля L.

Взаимодействие между модулями осуществляется по протоколу TCP/IP.

Связь программного обеспечения нижнего уровня и программного обеспечения верхнего уровня по передаче измеренных данных также осуществляется по протоколу TCP/IP.

Модуль LT обеспечивает вывод информационных сообщений от модуля L на ЖКИ и обработку нажатых клавиш на передней панели устройства диагностирования для передачи соответствующей информации от пользователя в модуль L.

Модуль L обеспечивает функционирование всего устройства диагностирования. Он обеспечивает взаимосвязь и управление потоками данных между модулями микроЭВМ, вычислителя и преобразователя. Также он обеспечивает передачу измеренных данных на верхний уровень. Модуль L представляет собой многопоточное приложение. Он состоит из семи потоков. Шесть потоков обеспечивают обработку снятых эпюр токов и напряжений, а один поток обеспечивает управление функциональными узлами устройства.

Программное обеспечение верхнего уровня предназначено для получения данных измерений с устройства, их преобразования, осуществления расчетов, визуализации результатов измерения, а также для проведения калибровки каналов измерения и ПЭВМ.

Связь устройства диагностирования и ПЭВМ осуществляется посредством протокола TCP/IP.

После подключения устройства к электродвигателю (рис. 5) производится съем параметров, по которым производится диагностирование асинхронных двигателей. Обмен информацией между устройством и ПЭВМ осуществляется с помощью структурированной переменной фиксированной длины типа `_stMSG` (`LEN_MSG` – в данном случае она равна 1048 байт). При получении информации из TCP/IP, в зависимости от типа события и типа сообщения (`iTypeEvent`, `iTypeMSG`), осуществляет разбор этой структурированной переменной с последующим отображением, сохранением и осуществлением расчетов полученной информации.

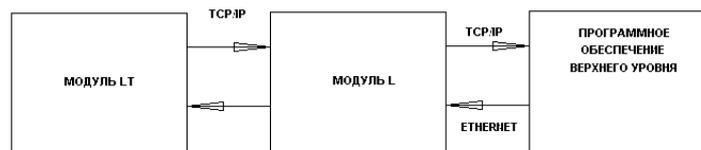


Рисунок 4. Структура программного обеспечения нижнего уровня

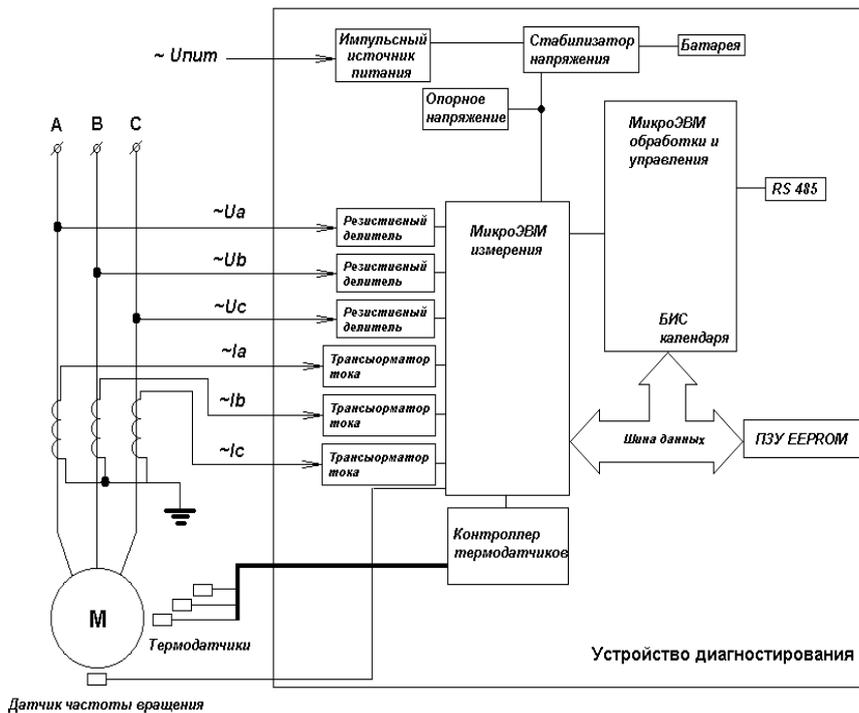


Рисунок 5. Схема подключения устройства диагностирования

Параметры диагностирования включают в себя контроль:

- токов;
- несимметрию, несинусоидальность и отклонение напряжений;
- нагрева подшипниковых щитов и корпуса электродвигателя;
- частоты вращения ротора.
- сопротивления обмоток двигателя постоянному току;
- сопротивления изоляции.

Снимается также кривая напряжения. Это необходимо для того, чтобы оценить исправность «беличьей клетки» ротора асинхронного двигателя.

Для сравнения с полученными данными в устройстве вводятся номинальные данные электродвигателя:

- тип двигателя и его заводской номер;
- схемы соединения обмоток;
- мощность электродвигателя;
- номинальная частота вращения;
- КПД;
- коэффициент мощности;
- режим работы;
- класс нагревостойкости изоляции.

После снятия, математической обработки и ввода номинальных параметров электродвигателя верхнее программное обеспечение сравнивает номинальные параметры и снятые.

На основании диагностирования составляется комплексная оценка состояния электродвигателя и делается

вывод о том, каким воздействиям необходимо подвергнуть электродвигатель для предотвращения его отказов и восстановления уровня его работоспособности и повышения срока службы.

Заключение

Разработан и изготовлен опытный образец прибора для диагностирования асинхронных электродвигателей, позволяющий провести диагностику асинхронного двигателя без отключения его от сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пястало, А.А. Методология диагностики и прогнозирования состояния изоляции электродвигателей/ А.А. Пястало, О.И. Хомутов // Повышение надежности электрооборудования в системах электрооборудования. – 1992. – №1. – С. 100-111.
2. Таран, В.П. Диагностирование электрооборудования/ В.П. Таран. – Киев: Техшка, 1983. – 200 с.
3. Гашимов, М.А. Диагностирование технического состояния электрических машин/ М.А. Гашимов, Г.А. Гаджиев // Электрические станции. – 2000. – №9. – С.41-47.
4. Булычев, А.В. Метод контроля технического состояния механической части асинхронного электродвигателя/ А.В. Булычев, В.К. Ванин // Электротехника. – 1997. – №10. – С. 5-9.
5. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: в 2-х т./ П.Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ., 2-е изд., стереотип. – М.: Мир, 1984. – Т.1. – 598 с., ил.
6. Новиков, Ю.В. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC: практ. пособ./ Ю.В. Новиков, О.А. Колашников, С.Э. Гуляев; под общей ред. Ю.В. Новикова.– М.:ЭКОМ., 1997. – 224 с.: ил.
7. Гук, М. Интерфейсы ПК: справочник / М. Гук.– СПб: ЗАО «Изд-во «Питер», 1999. – 416 с.: ил.
8. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособ. для вузов / Л.М. Гольдберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н. Поляк. – 2-изд., перераб. и доп. – С.: Радио и связь, 1990. – 25с.: ил.
9. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов/ Л. Рабинер, Б. Гоулд. – М: Мир, 1991. – 240 с

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА В СОСТАВЕ МТА

Н.А. Поздняков, зам. нач. отдела моделирования и виртуальных испытаний, В.В. Шилов, зав. сектором моделирования динамики и расчета трансмиссии (ГНУ «ОИМ НАН Беларуси»);
Т.А. Варфоломеева, ст. препод. (БАТУ)

Аннотация

В статье описана разработанная авторами модель машинно-тракторного агрегата в среде моделирования MATLAB/Simulink, с подробным описанием подсистем колесного трактора, позволяющая путем компьютерных испытаний оценивать эксплуатационные показатели МТА. Приведены некоторые результаты компьютерных испытаний.

The developed model of a machine-tractor aggregates in the modeling environment MATLAB/Simulink is described in the article. The detailed description of wheeled tractor subsystems is given. With the help of computer tests it allows to estimate the operating characteristics of MTA. The results of the fulfilled tests are cited.

Введение

Трактор – сложное мобильное энергетическое средство, используемое для выполнения широкого круга технологических сельскохозяйственных процессов в различных природно-климатических условиях.

Оценка эффективности работы трактора в условиях эксплуатации имеет большое значение для анализа поведения трактора и его систем в различных эксплуатационных условиях и на различных режимах работы, а также для оценки агрегируемости трактора, как с точки зрения производительности, так и экономичности машинно-тракторного агрегата (МТА). Немаловажное значение имеет точная оценка этой эффективности на стадии предварительного проектирования новых моделей или модернизации существующих. Для выполнения таких задач используется компьютерное моделирование и компьютерные испытания.

Авторами статьи составлена динамическая модель колесного сельскохозяйственного трактора, работающего с тяговой нагрузкой в среде MATLAB/Simulink [1]. Среда моделирования Simulink позволяет моделировать сложные физические системы, обеспечивая автоматизацию всех этапов разработки на основе численных методов решения математических задач, использования графического интерфейса пользователя и современных персональных компьютеров.

Целью компьютерных испытаний разработанной модели является оценка показателей тягово-сцепных свойств и топливной экономичности колесного трактора при выполнении технологического процесса в растениеводстве с тяговой нагрузкой.

Основная часть

Описание модели

Математическая модель представляет собой описание составных элементов колесного трактора и их взаимодействия с учетом действия систем автоматического управления и регулирования. Общий вид модели в среде Simulink представлен на рис. 1.

Авторами были выделены следующие составные элементы.

Двигатель (рис. 2) как источник механической энергии с автоматическим всережимным регулятором, имеющий характеристику в виде зависимости частоты вращения коленчатого вала n от нагрузки M_c и положе-

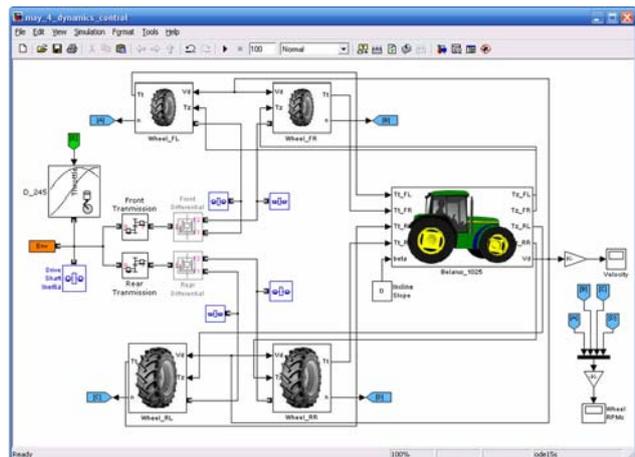


Рисунок 1. Общий вид модели сельскохозяйственного трактора в среде Simulink

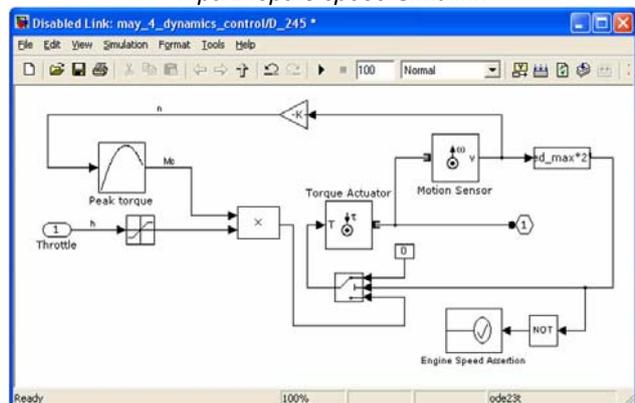


Рисунок 2. Подмодель двигателя трактора в среде Simulink

ния педали «газа» h . В дополнениях к системе моделирования SimDriveline имеется шаблон дизельного двигателя, который для использования в Simulink-модели необходимо настроить для заданной марки двигателя.

Механическая трансмиссия, имеющая передаточное число и КПД и блокируемые дифференциалы переднего и заднего ведущего мостов.

Ведущее колесо как модель взаимодействия пневматической шины низкого давления с опорной поверхностью (почвогрунтом). Это взаимодействие описывается в виде зависимости [2] буксования δ от коэффициента сцепления φ_i :

$$\delta = -\frac{\ln\left(1 - \frac{\varphi_i}{\varphi_{\max}}\right)}{k},$$

где φ_{\max} – максимально возможный коэффициент сцепления при 100%-ном буксовании; k – параметр.

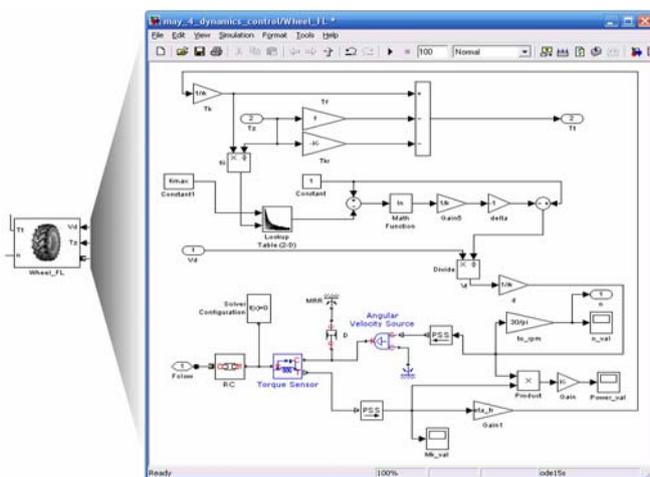


Рисунок 3. Подмодель ведущего колеса в среде Simulink

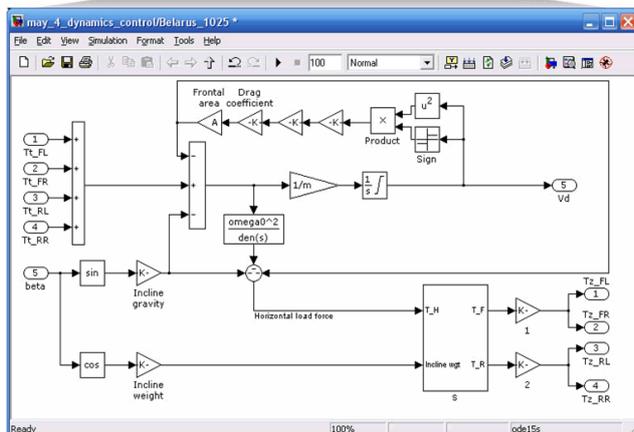
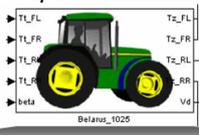


Рисунок 4. Подмодель остова трактора в среде Simulink

Коэффициент сцепления на каждом шаге расчетного моделирования определяется как отношение вертикальной нагрузки T_z к касательной силе тяги T_k . Коэффициент φ_{\max} и параметр k должны быть получены по результатам испытаний пневматической шины на различных почвогрунтах. Колебания параметров физических процессов взаимодействия ведущего колеса и почвогрунта также должны быть получены по результатам испытаний и заданы в модели в виде вероятностно-статистических данных для φ_{\max} . Результатами расчетного моделирования ведущего колеса являются его частота вращения n и толкающая сила T_m , передаваемая на остов трактора и вызывающая изменение скорости его движения, и определяемая как разность:

$$T_m = T_k - T_f - T_{кр},$$

где T_f – сила сопротивления качению; $T_{кр}$ – часть общей силы тяги трактора, приходящейся на данное ведущее колесо. Она пропорциональна вертикальной нагрузке T_z .

Подмодель ведущего колеса представлена на рис. 3.

Остов трактора представляет собой подмодель (рис. 4) взаимодействия с ведущими колесами и окружающей средой (воздействие тяговой нагрузки и сопротивление воздушной среды) с учетом среднего уклона макропрофиля поля. Результатами расчетного моделирования остова трактора является его скорость движения как результат интегрирования по времени отношения суммарной толкающей силы $T_{m\Sigma}$ к массе трактора m , а также вертикальные нагрузки на колеса T_z , вычисляемые по заданным координатам положения центра тяжести и точки приложения тяговой нагрузки $T_{кр}$.

Циклограмма скоростей движения задается в виде зависимости требуемой скорости движения МТА от пройденного пути. Пройденный путь вычисляется путем интегрирования скорости движения по времени. При описании циклограммы необходимо задать рабочую скорость и длину гона, а также скорости и пути движения на поворотах (разворотах) и холостых переездах. Эти значения могут быть получены по результатам разработки операционно-технологической карты на заданную операцию.

Оператор. При проведении компьютерных испытаний модель будет сравнивать требуемую и действительную скорости движения, и подавать команды двигателю на соответствующие изменения положения педали «газа», т.е. на уменьшение или увеличение h . При этом при достижении двигателем предельных значений частот вращения, будет осуществляться переход на другую передачу. Таким образом, будет происходить имитация действий оператора МТА при выполнении технологического процесса. Эта имитация реализована в диаграмме состояний Stateflow.

Расходомер топлива (рис. 5) получает сигналы от «датчиков» крутящего момента M_k и частоты вращения n_d двигателя, а также положения педали h . Для определения расхода топлива необходимо иметь характеристику удельного расхода топлива в виде $g_e = f(h, n_d)$, получаемую по результатам испытаний двигателя. Результатом работы расходомера является вычисление значений и построение графиков удельного g_e , часового G_m , интегрального Q_m и поектарного G_{ca} расходов топлива за время компьютерных испытаний.

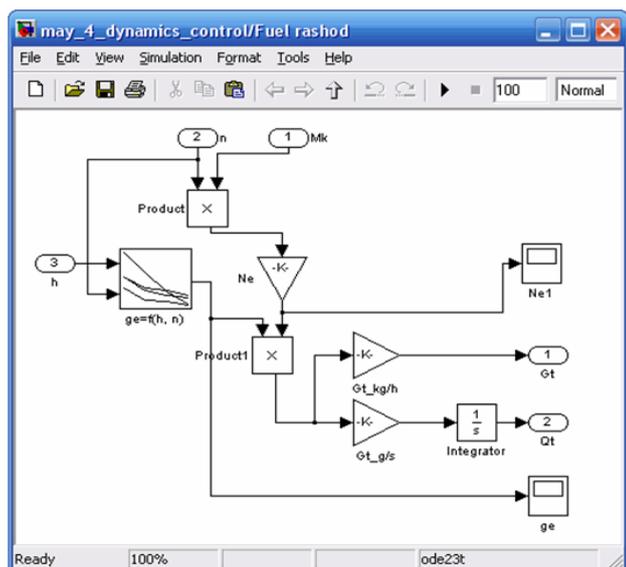


Рисунок 5. Подмодель расходомера топлива

Таблица 1. Параметры испытываемого агрегата и условий работы

Наименование параметра	Значение
Масса трактора, кг	7500
Колесная база, мм	2570
Координаты центра тяжести мм: по горизонтали от оси задних колес по вертикали от опорной поверхности	1007 1100
Передаточное число трансмиссии переднего моста	47,0237
Передаточное число трансмиссии заднего моста	74,2630
Радиус динамический, м: передних колес задних колес	0,496 0,650
Коэффициент сопротивления качению	0,85
Максимально возможный коэффициент использования сцепного веса	0,65
Масса плуга, кг	670
Средний уклон местности, %	2
Среднее тяговое сопротивление, Н	14000
Высота точки результирующей тягового сопротивления, м	0,4
Номинальная мощность двигателя, кВт	77,0
Номинальная частота вращения двигателя, мин ⁻¹	2200
Номинальный удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	236,0
Средняя длина гона, м	110
Способ движения	челночный
Путь, проходимый агрегатом за время поворота, м	30
Относительная влажность почвы, %	40

Результаты компьютерных испытаний

Наиболее ценными данными для анализа работы МТА являются: информация о его скоростях движения, пройденном расстоянии, часовом, погектарном и интегральном расходе топлива и других параметрах, влияющих на его (МТА) производительность и топливную экономичность (например, буксование ведущих колес).

В качестве примера моделирования авторами взят МТА в составе трактора «Беларус-1025» и навесного культиватора. Исходные данные МТА представлены в табл. 1.

В качестве результатов испытаний использовались осциллограммы параметров МТА за время выполнения технологического процесса.

Результаты испытаний представлены на рис. 6, 7.

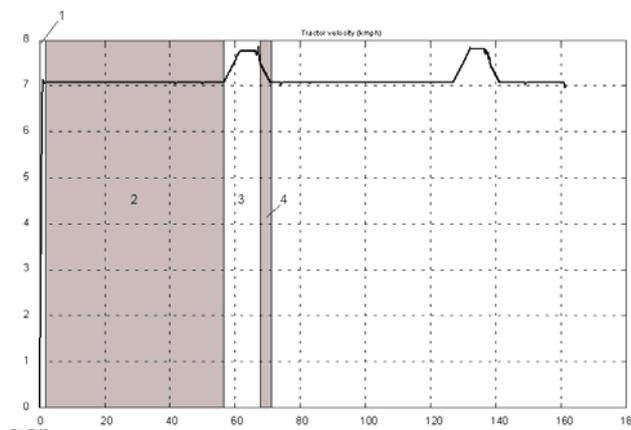


Рисунок 6. Фрагмент осциллограммы скорости движения МТА (в км/ч) в технологическом цикле: 1 – разгон МТА с места до рабочей скорости; 2 – движение на рабочей длине гона; 3 – движение на разворотной полосе; 4 – заглупление рабочих органов и выход на рабочую длину гона

На данных осциллограммах наблюдаются некоторые высокочастотные отклонения, связанные с особенностями используемых численных методов решения дифференциальных уравнений и выбранным шагом расчета.

На осциллограмме буксования резкие колебания исследуемого параметра связаны со всплесками «паразитной» мощности из-за кинематического несоответствия в приводе передних и задних колес трактора (рис. 8). Таким образом, при помощи представленной модели возможно проводить расчетные исследования по оптимизации кинематических параметров трансмиссии трактора при выполнении им основных видов работ.

Выводы

Созданная модель колесного трактора в составе МТА позволяет проводить расчетные исследования эксплуатационных параметров МТА различного состава в процессе выполнения технологического цикла путем компьютерных испытаний. Модель позволяет задавать параметры МТА, технологического процесса и условий работы. Неограниченное количество «дат-

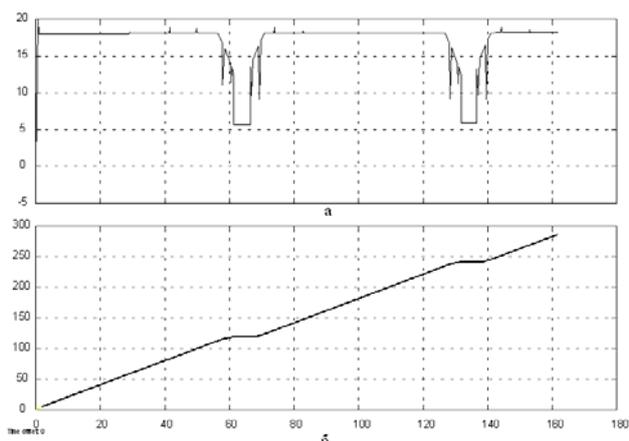


Рисунок 7. Фрагмент осциллограммы часового (а) (в кг/ч) и интегрального (б) (в г) расходов топлива МТА в технологическом цикле

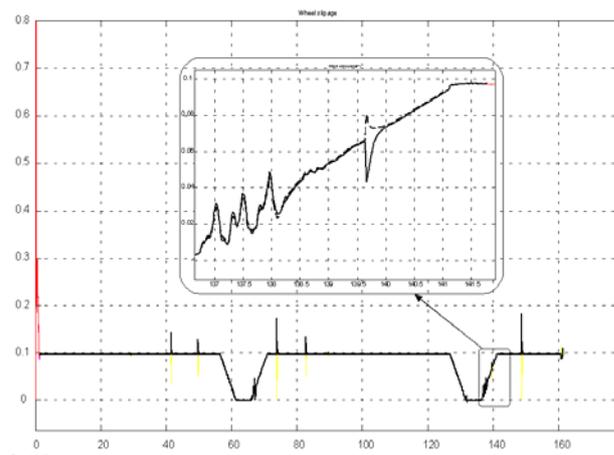


Рисунок 8. Фрагмент осциллограммы буксования передних (---) и задних (—) колес трактора в технологическом цикле

чиков» контролируемых физических величин предоставляет широкие возможности для обработки результатов экспериментов и анализа эксплуатационных показателей с целью обоснования конструктивных параметров, как трактора, так и сельхозмашины на стадии проектирования. Также данная модель может успешно использоваться специалистами по эксплуатации при обосновании комплектования МТА в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черных, И Simulink: среда создания инженерных приложений/ И. Черных. – М.: Диалог-МИФИ, 2003. – 491 с.
2. Гуськов, В.В. Тракторы: ч. II. Теория. – Минск: «Вышэйш. школа», 1977. – 384 с.

Прибор (анализатор) моющих растворов с автономным питанием

Предназначен для определения концентрации синтетических моющих средств (СМС) типа МС «Лаболит», «Томи», «Вибро» и подобных по составу в рабочих растворах в процессе очистки и мойки.



Основные технические данные

Диапазон измерения концентрации	г/л	3-30
Основная погрешность измерения	%	4
Диапазон температур	°С	45-90
Время непрерывной работы от аккумуляторной батареи	ч	не менее 0,5
Время одного измерения	мин	не более 3
Габаритные размеры	мм	225 x 220 x 70
Масса преобразователя	кг	1,4
Масса датчика	кг	0,06
Количество аккумуляторных батарей	шт	2

Принцип работы основан на автоматическом вычислении концентрации по двум параметрам — электропроводности и температуре.

Применение прибора позволяет определять непрерывно концентрацию моющих средств в растворах, регулировать состав моющих растворов и тем самым контролировать качество процесса очистки.

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ РЫНКА ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Г.И. Гануш, докт. экон. наук, профессор, член-корр. НАН Беларуси,
С.Л. Белявская, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Представлены мировые и отечественные тенденции развития рынка овощной продукции. Дается обоснование приоритетных направлений формирования в Республике Беларусь стабильного рынка овощей.

The world and republic tendencies of extension the vegetable productions market are given. It substantiates chief directions for forming the stable vegetable market in Belarus.

Введение

В формировании достаточных объемов и рациональной структуры продовольственных ресурсов в стране значительная роль отводится овощеводству. По содержанию витаминов, минеральных солей, органических соединений, пектинов, ферментов, уникальной способности выводить из организма тяжелые металлы и радионуклиды овощи по праву относятся к незаменимым продуктам питания, особенно в условиях радиационного загрязнения территории. Поэтому обеспечение населения республики высококачественной и разнообразной овощной продукцией по научно обоснованным нормам является одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса.

В Беларуси созданы определенные технико-технологические предпосылки для обеспечения населения овощной продукцией в основном за счет отечественного производства. Достигнутые объемы производства овощей во всех категориях хозяйств в целом адекватны расчетным параметрам среднедушевого потребления в ближайшей перспективе. Однако для формирования развитого и устойчивого рынка овощной продукции, повышения эффективности ее производства и конкурентоспособности, сокращения импорта и наращивания экспорта необходимо осуществить в отрасли комплекс мер по совершенствованию структуры и технологий производства, развитию материально-технической базы, ускорению научно-инновационных процессов.

Основная часть

Мировые и отечественные тенденции в производстве и потреблении овощей

Высокая социально-экономическая значимость овощной продукции обуславливает проявление многолетних позитивных тенденций развития мирового и отечественного овощеводства. За последние 14 лет производство овощей в мире удвоилось. В странах с разви-

тым овощеводством урожайность овощных культур в открытом грунте составляет 35-40 т/га и выше. Перечень выращиваемых овощных культур насчитывает более 100 видов.

Современное состояние производства овощей в Беларуси, как и в мире, характеризуется наращиванием объемов, повышением урожайности, расширением ассортимента овощных культур, улучшением качественных показателей выращенной продукции, значительным развитием материально-технической базы и научно-инновационного обеспечения отрасли [1].

Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 годы была поставлена задача, стабилизировать производство овощей в республике на уровне 1850 тыс. т и обеспечить их среднегодовое потребление на 1 человека 126 кг [2].

Для выполнения этих показателей Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1579 от 30 декабря 2005 г. была принята Программа обеспечения потребностей республики овощной продукцией отечественного производства с учетом создания необходимых условий ее хранения на 2006-2010 годы.

В результате реализации программных мероприятий производство овощей в республике приобрело явно выраженную положительную динамику. Об этом свидетельствуют данные табл. 1.

Валовой сбор овощей во всех категориях хозяйств увеличился с 1379 тыс. т в 2000 г. до 2308 тыс. т в 2009 г., или на 67, 4%. Производство овощей на душу населения составило в 2009 г. 239 кг, против 138 кг в 2000 г [3].

Рост производства овощей достигнут за счет интенсивных факторов. Урожайность овощных культур в открытом грунте возросла во всех категориях хозяйств со 134 ц/га в 2000 г. до 242 ц/га в 2009 г, или на 108 ц/га. В сельскохозяйственных организациях с каждого гектара посевов в 2009 г. собрано по 199 ц/га овощей, против 146 ц в 2000 г.

Таблица 1. Производство овощей в Республике Беларусь по категориям хозяйств

	2000	2005	2007	2009
Хозяйства всех категорий				
Посевная площадь, тыс. га	98	89	90	86
Урожайность, ц/га	134	208	220	242
Валовой сбор, тыс. т	1379	2007	2153	2308
Сельскохозяйственные организации				
Посевная площадь, тыс. га	18	14	17	15
Урожайность, ц/га	146	147	161	199
Валовой сбор, тыс. т	262	220	299	333
Хозяйства населения				
Посевная площадь, тыс. га	78	71	68	65
Урожайность, ц/га	131	217	233	249
Валовой сбор, тыс. т	1085	1727	1776	1847
Крестьянские (фермерские) хозяйства				
Посевная площадь, тыс. га	4,3	4,3	6,0	7,6
Урожайность, ц/га	145	165	163	265
Валовой сбор, тыс. т	32	60	78	128

Значительное развитие получило овощеводство защищенного грунта. За 5 последних лет построено 50 га новых энергосберегающих теплиц. В ряде тепличных комбинатов освоены эффективные технические средства и технологии. Урожайность овощей в защищенном грунте возросла в 2009 г. по сравнению с 2005 г. с 36 кг/м² до 41 кг/м². В настоящее время в среднем на одного жителя республики производится более 8 кг тепличных овощей.

Наращивание объемов производства овощей позволило достигнуть их потребления по научно обоснованным нормам. В 2009 г. потребление овощей и бахчевых в среднем на душу населения составило 146 кг при медицинской норме около 140 кг. Данный показатель с учетом важности овощей для здоровья населения, тем более в условиях загрязнения территории радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС, имеет высокую социальную значимость (рис. 1).

В последние два десятилетия в Беларуси значительно расширен видовой ассортимент производимых овощей. В промышленном и частных огородах уже стало традиционным возделывание таких ценных овощных культур как перец, баклажаны, дайкон, фасоль спаржевая, различные виды салатов и луков, кольраби, брокколи, брюссельская капуста и др.

Современные технологии, сорта и средства механизации обеспечивают возможность получения высоких урожаев овощных культур. Капусты – 70-100 т/га, моркови – 70-90, свеклы – 60-70, лука, огурца, тыквы, кабачка – 40-60 т/га, а также позволяют снизить затраты ручного труда, расход семян и пестицидов в 1,5-2 раза, довести товарность выращенной

продукции до 80-95% при уровне рентабельности более 60 %.

Анализ мировых и отечественных тенденций в производстве и потреблении овощей, состояния и перспектив развития рынка овощной продукции в Беларуси позволяет выделить в качестве приоритетных на современном этапе несколько направлений обеспечения конкурентной устойчивости отрасли.

Увеличение объема производства овощей в сельскохозяйственных организациях

Необходимость наращивания объемов производства овощей в сельскохозяйственных организациях обусловлена следующими обстоятельствами.

Во-первых, в республике в общем производстве овощей более 80% приходится на приусадебные и дачные участки (парцеллярное овощеводство). Так, в 2009 г. из валового сбора овощей во всех категориях хозяйств в количестве 2 308 тыс. т на хозяйства населения приходилось 1 847 тыс. т, или 80,0%, на крестьянские (фермерские) хозяйства – 128 тыс. т, или 5,6 %, на сельскохозяйственные организации – 333 тыс. т, или только 14,4% [3].

Частное огородничество ориентировано в основном на удовлетворение потребности в овощах соответствующей семьи, имеет нетоварный (редко мелко-товарный) характер, ведется на основе примитивной агротехники при высоких затратах ручного труда. Выращиваемые здесь овощи, как правило, не соответствуют стандартным требованиям по товарным и биологическим параметрам. К тому же обеспечить их ритмичную поставку в торговую сеть или перерабатывающим предприятиям в требуемых объемах и ассортименте в установленные сроки весьма проблематично.

Преобладающее производство овощей в хозяйствах населения является одной из основных причин их недостаточного экспорта и необоснованного импорта (табл.2, рис.2, 3). В республику завозятся капуста, морковь, свекла, репа, лук и другие овощи, которые

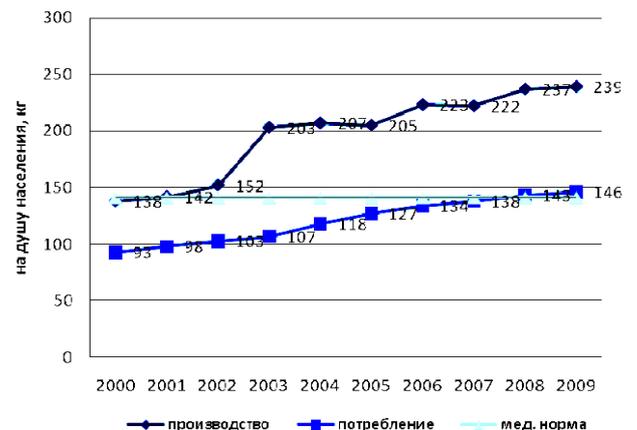


Рисунок 1. Динамика производства и потребления овощей

могут успешно выращиваться в наших климатических условиях.

Вследствие отмеченных обстоятельств, в стране не обеспечивается возможность формирования стабильного рынка овощей. Эта проблема может быть решена только за счет расширения производства овощей в крупнотоварном секторе, т.е. в специализированных сельхозорганизациях и фермерских хозяйствах.

Во-вторых, экспертная оценка демографической ситуации свидетельствует о сокращении численности сельского населения, увеличении удельного веса по-

в их пользовании земель за указанный период уменьшилась с 79,7 тыс. га до 58,4 тыс. га, или на 26,7%. Если на начало 2001 г. в структуре всех сельскохозяйственных земель земли граждан занимали 15,3%, то на начало 2010 г. – 11,2%. В том числе удельный вес площадей для ведения личного подсобного хозяйства, строительства и обслуживания жилого дома уменьшился с 10,7% до 8,3%, а для садоводства, дачного строительства и огородничества – с 0,8% до 0,6% [3]. Данная тенденция является прогрессирующей и указывает на уменьшение объемов производства овощей населением. С учетом изложенного, можно сделать вывод, что прогнозируемое сокращение производства овощей в парцеллярном овощеводстве может быть компенсировано за счет его расширения в сельскохозяйственных организациях.

В-третьих, в республике ежегодно значительная часть выращенных овощей не доходит до потребителей вследствие потерь, порчи, недостатков в организации сбыта. Потери (около 40%) влекут за собой ощутимые непроизводственные затраты трудовых, материальных и финансовых ресурсов. Производство стандартных овощей с требуемыми качествами (биохимический состав, товарный вид и др.) возможно на основе современных технологий и технических средств, использования достижений и рекомендаций науки. Это может быть достигнуто только в специализированных хозяйствах, где создаются условия для применения современных промышленных технологий.

Таким образом, вышеизложенное позволяет сделать вывод, что для формирования в стране устойчивого рынка конкурентоспособной овощной продукции необходимо расширить производство овощей в крупнотоварном секторе. Прогнозные расчеты показывают, что в ближайшее время (2011-2015 гг.) в специализированных овощеводческих хозяйствах должно производиться ежегодно 500-550 тыс. т овощей. В производстве их основных видов можно ориентироваться на достижение параметров, представленных в табл. 3.

Выход производства овощей на указанные параметры в значительной степени улучшит условия формирования стабильного рынка овощной продукции в республике.

Таблица 2. Изменение импорта овощей, тыс. т

Виды овощей	2000	2005	2007	2008	2009
томаты	5,2	20,6	29,0	28,8	34,8
капуста	1,1	22,0	16,7	21,8	10,1
морковь, репа, свекла, т	2181	7187	4092	6766	1499
огурцы, т	118	1895	1933	2120	1799
лук репчатый, чеснок	8,9	9,5	8,0	5,7	4,4

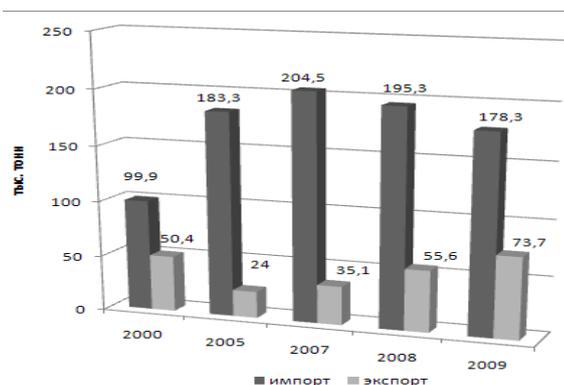


Рисунок 2. Динамика импорта и экспорта овощей и бахчевых, всего по республике

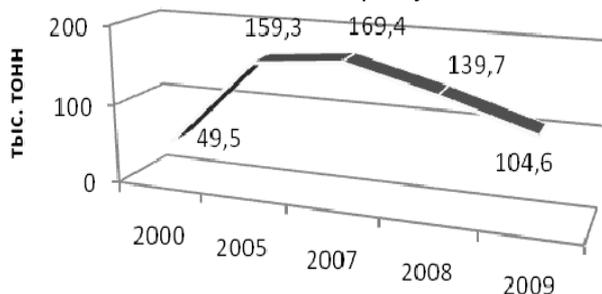


Рисунок 3. Превышение импорта над экспортом

жилых людей, что неизбежно будет сопровождаться постепенным свертыванием индивидуального огородничества и уменьшением его доли в общем валовом сборе овощей. Так, число землепользований в садоводстве, дачном строительстве и огородничестве сократилось с 919,1 тыс. на начало 2001 г. до 677,3 на начало 2010 г., или на 26,3%. Площадь находящихся

Таблица 3. Перспективные объемы производства овощей в специализированных хозяйствах, тыс. т

	2011 г.	2015 г.
Капуста	90	144
Свекла столовая	60	92
Морковь	73	102
Овощной горох	11	15
Лук репчатый	57	62
Прочие овощи	9	11
Овощи защищенного грунта	100	112

Расширение ассортиментной структуры производства овощей

В целях обеспечения устойчивого развития отрасли овощеводства, формирования рынка конкурентоспособной овощной продукции следует полнее использовать агроклиматические ресурсы и производственно-экономический потенциал Беларуси для существенного расширения количества возделываемых видов овощных культур, совершенствования ассортиментной структуры овощей.

Целесообразно, в частности, максимально расширить выращивание в сельскохозяйственных организациях арбуза и дыни с применением механизированных технологий. Как показывает практика последних 2-3-х лет, приемлемую по экономическим показателям урожайность этих, пользующихся большим потребительским спросом, нетрадиционных для нашей страны культур, можно получать в южных регионах Гомельской и Брестской областей, в центральной части Минской области. Выращенные, к примеру, в 2010 году Институтом овощеводства (пос. Самохваловичи Минского р-на) арбузы и дыни не уступали, а скорее превосходили по урожайности и качеству аналогичную продукцию, привезенную из Астраханской области и Украины. Следует определить наиболее оптимальные зоны выращивания в республике овощахчевых культур (арбуз, дыня), разрабатывать и внедрять адаптированные технологии их возделывания, организовывать целенаправленную работу по селекции и интродукции [4].

В тепличном овощеводстве в целях энергосбережения следует уменьшить удельный вес производства огурца. Огурец является самой энергоемкой культурой, а следовательно, и наиболее затратной. Однако его питательная ценность и целебные свойства сравнительно низкие. Поэтому, как показывает опыт стран (Финляндия, Швеция и др.), имеющих сходные с нашей республикой климатические условия, в тепличных комбинатах экономически целесообразно расширить выращивание относительно холодостойких культур (салаты, шпинат и др.), сократив при этом производство теплолюбивого огурца с 45- 50% до 20- 25% в общем объеме производства тепличных овощей [5].

Мировые тенденции и изучение потребительских предпочтений указывают на необходимость ускорения разработки и практического освоения технологий «органического» овощеводства. Исходя из зарубежного опыта, представляется целесообразным создать специализированные фермерские хозяйства по производству «органических» овощей с последующей реализацией их в специализированных фирменных магазинах или непосредственно в хозяйствах. Анкетный опрос различных категорий покупателей республики показал, что 70% их готовы приобретать экологически чистые овощи по значительно повышенным ценам. В этой связи «органическое» овощеводство имеет долгосрочную перспективу быть достаточно

рентабельным и конкурентоспособным. Требуется решить вопросы его научного, технического и организационно-правового обеспечения.

Повышение удельного веса раннего овощеводства в структуре производства овощей

Ранние овощи являются необходимыми продуктами сбалансированного питания населения в весенний и летний периоды. Именно ранней весной и в начале лета наиболее ощущается недостаток в пищевых рационах витаминов и биологически активных веществ. На ранние овощи приходится до 50% импорта всех овощей. Поэтому развитие раннего овощеводства в республике давно является актуальной проблемой

Наиболее подходящими для производства ранних овощей являются южные регионы республики. Следует определить специализацию хозяйств по производству выращиваемой ранней овощной продукции. Раннее овощеводство целесообразно сконцентрировать в крупных тепличных комбинатах. Для обеспечения сельскохозяйственных организаций и населения республики высококачественной рассадой овощных культур необходимо осуществить строительство в каждой области современных комплексов по промышленному выращиванию рассады. Это позволит расширить возделывание теплолюбивых овощных культур в открытом грунте (томат, огурец, перец, арбуз и др.).

Оптимизация объемов производства овощей в открытом и защищенном грунтах

В связи с удорожанием теплоэнергетических ресурсов, удобрений и материалов представляется целесообразным стабилизировать площади остекленных теплиц в республике на нынешнем уровне – 200-210 га. Строительство новых теплиц осуществлять только взамен эксплуатируемых более 30 лет по проектам, максимально ориентированным на энергосбережение и достаточную рентабельность производства.

Увеличение производства тепличных овощей до 120 тыс. т обеспечивать, прежде всего, за счет повышения урожайности овощных растений до 60 и более кг с 1м². Для этого целесообразно осуществить следующие мероприятия:

- разработать типовой проект современной энергосберегающей остекленной теплицы с максимальным замещением импортных комплектующих изделиями отечественных промпредприятий;
- изучить с технических и экономических позиций возможности использования тепла местных нетрадиционных источников, тепла газокompрессорных станций, установленных на пролегающих по территории республики газопроводах, геотермальных вод, а также когенерационных установок для снижения стоимости электроэнергии и создания условий для светокультуры;
- провести технико-технологическую инвентаризацию остекленных теплиц, принадлежащих санаториям, ТЭЦ, промышленным организациям, устано-

вить причины вывода их из эксплуатации, дать экономическое обоснование целесообразности и направлений полноценного использования для производства овощей и рассады;

– расширить отечественное производство шмелиных семей для теплиц в УП «Агрокомбинат «Ждановичи», создать при всех крупных тепличных комбинатах на современной материально-технической базе лаборатории биометода защиты растений;

– провести маркетинговые исследования по увеличению объемов и расширению ассортимента производства овощей в открытом грунте в целях компенсации сокращения их производства в остекленных зимних теплицах, что может значительно удешевить для населения овощную продукцию и повысить уровень ее потребления.

Необходимо продолжить работу по строительству и реконструкции овощехранилищ, в том числе модульного типа, с установкой технологических линий по доработке и предреализационной подготовке овощей.

Формирование оптимальных сырьевых зон овощеперерабатывающих предприятий

В последние годы значительно расширена и модернизирована материально-техническая база овощеперерабатывающих предприятий. Однако организация обеспечения их сырьем не претерпела адекватного совершенствования. В этой связи возникли проблемы достаточной загрузки мощностей предприятий, при этом сырьем высокого качества, нужного ассортимента и поставленного в определенные сроки. Решение этих проблем предполагает формирование экономически обоснованных сырьевых зон, удовлетворяющих современным и перспективным задачам эффективного функционирования предприятий, обеспечению их конкурентной устойчивости в условиях развития рынка.

На основе проведенных исследований установлено, что в республике сырьевые зоны овощеперерабатывающих предприятий могут создаваться в следующих 4-х организационных формах:

1) сырьевые зоны, созданные на основе долгосрочных контрактов (договоров) с сельхозорганизациями или фермерскими хозяйствами. В контрактах следует предусматривать объемы, ассортимент и количественные показатели поставляемых предприятию овощей, способы и сроки доставки, цены и порядок взаиморасчетов, ответственность сторон. Овощеперерабатывающее предприятие может обеспечивать со своей стороны контроль за соблюдением технологических режимов производства овощей, а также оказывать помощь сельхозорганизации техническими средствами, в приобретении удобрений, средств защиты, семян, в выделении, при необходимости, рабочей силы. Предприятие также может авансировать выполнение своего заказа в счет будущих расчетов. Это гарантирует предприятию обеспечение необхо-

димым овощным сырьем, а сельхозпроизводителям – надежный сбыт выращенной продукции;

2) сырьевые зоны, созданные в рамках агропромышленных формирований (ассоциации, холдинги и др.), где взаимоотношения сельхозорганизаций и перерабатывающих предприятий также регламентируются контрактами, однако организуются и регулируются органами управления соответствующих формирований согласно их уставным положениям и внутренним договорам;

3) сырьевые зоны, созданные на землях, находящихся в пользовании перерабатывающих предприятий или арендованных землях. В этом случае на предприятиях создаются цеха (участки) по производству сельхозпродукции в качестве структурных подразделений. Формируется также соответствующая служба управления этими подразделениями, комплектуемая квалифицированными специалистами;

4) сырьевые зоны, созданные в подсобных хозяйствах перерабатывающих предприятий. Подсобными хозяйствами могут быть бывшие сельхозорганизации (совхозы, колхозы), которые присоединены к предприятию в соответствии с принятыми решениями органов государственного управления. В данном случае необходимо провести научно обоснованную переспециализацию хозяйств на основе маркетинговой стратегии, сформировать в них соответствующую материально-техническую базу (технические средства, хранилища и др.), подобрать квалифицированные кадры, организовать производство овощей с применением современных технологий. Структура производства должна в максимальной степени соответствовать потребностям предприятия и обеспечивать достаточную эффективность функционирования подсобного хозяйства.

При создании сырьевых зон всех указанных организационных форм целесообразно руководствоваться следующими общими принципами:

– минимизация транспортных издержек, связанных с доставкой овощей на переработку;

– адаптация видовой структуры и технологий производства овощей к местным агроклиматическим условиям, что должно обеспечивать экономию дорогостоящих техногенных ресурсов (топливо, электроэнергия, удобрения и др.);

– внедрение современных технологий возделывания овощных культур, новых высокопроизводительных средств механизации производственных процессов;

– организация послеуборочной доработки овощей (охлаждение, сортировка и др.) в хозяйствах, а также, при необходимости, хранение продукции;

– достаточное наличие трудовых ресурсов и квалифицированных специалистов, обеспечивающих качественное и своевременное выполнение технологических процессов.

Создание агрокомбинатов (интеграционных структур), работающих по замкнутому циклу

В настоящее время в овощепродуктовом подкомплексе АПК республики не получили достаточного развития процессы кооперации и агропромышленной интеграции, практически нет специализированных овощеводческих хозяйств, функционирующих по замкнутому циклу, включающему производство, хранение, переработку и реализацию овощной продукции.

В целях углубления кооперативно-интеграционных связей в овощеводстве, формирования интеграционных структур, ориентированных на повышение эффективности и конкурентной устойчивости отрасли, необходимо создать сеть крупнотоварных хозяйств (по 1-3 хозяйства в каждой области), выполняющих функции центров по внедрению передового опыта интеграции в единый производственно-сбытовой процесс стадий выращивания, хранения, переработки и реализации овощей на основе развития маркетингово-логистической деятельности.

В этих хозяйствах необходимо осуществить (с учетом целесообразности) комплекс следующих мероприятий:

- строительство новых или реконструкция имеющихся овощехранилищ с обеспечением требуемых параметров режима хранения овощей;
- создание системы орошения овощекормовых севооборотов;
- оснащение специализированной техникой для комплексной механизации производства овощей;
- создание цеха предрезалиционной подготовки и переработки овощей;
- модернизация технико-технологической базы промпредприятия, направленная на экономию материально-энергетических ресурсов, повышение качества продукции, расширение ее ассортимента.

Формирование новых интеграционных структур предполагает создание собственных промышленных сырьевых зон перерабатывающих предприятий на арендованных или собственных землях, а также в подсобных хозяйствах.

Формирование информационно-маркетинговых и торгово-логистических центров

Зарубежный опыт свидетельствует о целесообразности создания в овощепродуктовом подкомплексе республики информационно-маркетинговых и торгово-логистических структур.

Создание информационно-маркетинговых центров является организационной предпосылкой формирования торгово-логистических структур. Они могут создаваться в базовых хозяйствах областей, представляющих новые интеграционные структуры.

На республиканском уровне торгово-логистический центр может быть создан (как вариант) на базе Минского оптового рынка.

Представляется возможным возложить на данный центр выполнение следующих функций:

- координация и организация поставки овощей в торговые предприятия (закрытые учреждения) г. Минска, областных и районных центров;

- заключение контрактов с поставщиками овощей, не входящих в сырьевые зоны перерабатывающих предприятий (фермеры, население и др.);

- осуществление импортно-экспортных поставок овощной продукции;

- изучение и распространение передового опыта по производству и сбыту овощей.

Таковы наиболее актуальные сегодня направления совершенствования организационно-экономических условий рыночной конкурентной устойчивости отрасли овощеводства.

Заключение

В результате проведенного исследования обоснованы следующие приоритетные направления формирования в Республике Беларусь устойчивого рынка овощей:

1. Увеличение производства овощей в крупнотоварных специализированных сельхозорганизациях.

2. Расширение видовой и сортовой структуры овощных культур в республике.

3. Повышение роли раннего овощеводства в обеспечении овощами населения республики, а также в увеличении их экспортных поставок и сокращении импорта.

4. Обеспечение рационального сочетания объемов производства овощей в открытом и защищенном грунтах.

5. Оптимизация сырьевых зон овощеперерабатывающих предприятий.

6. Создание интеграционных структур рыночного типа, работающих по замкнутому циклу.

7. Формирование в отрасли информационно-маркетинговых и торгово-логистических центров.

Содержащиеся в статье выводы и предложения могут быть полезными для специалистов сельскохозяйственных организаций и овощеводческих хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.

2. Программа обеспечения потребностей Республики овощной продукцией отечественного производства с учетом создания необходимых условий ее хранения на 2006-2010гг.: пост. Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2005г. №1579. – Минск, 2006. – 56 с.

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Информац.-вычислит. центр Нац. стат. комитета Респ. Беларусь, 2010. – 270 с.

4. Летопись овощеводства в Беларуси /А.А. Аутко [и др.]; Нац. академия наук Беларуси, Институт овощеводства. – Минск: Белорусская наука, 2010. – 410с.

5. Гануш, Г.И. Овощеводство Беларуси: экономика, организация, агротехника/ Г.И. Гануш. – Минск: Ураджай, 1996. – 272 с.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2010 ГОДУ

№ 1/2010

И.Н. ШИЛО, В.А. АГЕЙЧИК, Н.Н. РОМАНИУК, М.В. АГЕЙЧИК	Расчет параметров механического предохранителя рабочего органа машины для глубокой обработки почвы
А.И. БОБРОВНИК, Н.Г. ШАБУНЯ, С.А. ГАТЕЛЮК, С.В. ГОЛОД, А.В. ВЕРСТАК	О проблеме шума тракторов «Беларусь»
И.П. КОЗЛОВСКАЯ	Выбор производственных технологий как способ повышения эффективности тепличного овощеводства
В.Н. ДАШКОВ, И.И. РАДЮК, Д.В. ДЕГТЕРОВ, Э.К. СНЕЖКО	Анализ способов орошения садовых культур в условиях Республики Беларусь
И.С. БУТОВ	Оценка форм моркови, обладающих ЦМС, выделенных из белорусского сорта-популяции «Лявоніха», и закрепление признака стерильности соответствующими линиями
В.П. ИВАНОВ, А.П. КАСТРЮК	Релаксация напряжений в грунте и его ползучесть
Г.И. ГЕДРОИТЬ	Сопrotивление качению ведомых пневматических колес
В.А. КОЛОС, Ю.Н. САПЬЯН, В.Б. ЛОВКИС, А.П. КУРТО	К оценке энергетической эффективности использования биомассы в сельском хозяйстве
И.Н. ШИЛО, А.В. КУЗЬМИЦКИЙ, А.В. НОВИКОВ, Т.А. НЕПАРКО	Технико-экономические аспекты энергосберегающего растениеводства
С.А. ШЕЛЕСТ	Экономический анализ эффективности производства зерна в сельскохозяйственных организациях новых форм хозяйствования Минского региона
П.П. КАЗАКЕВИЧ, В.Я. ТИМОШЕНКО	Обновление парка обкаточно-тормозных устройств и их импортозамещение

№ 2/2010

И.Н. ШИЛО, С.Г. ГРИНЬКОВ, В.П. ЧЕБОТАРЕВ, А.Н. ПЕРЕПЕЧАЕВ	Обоснование режимов работы жатвенного агрегата при различном состоянии хлебостоя
Л.В. МИСУН, А.Н. ЛЕОНОВ, В.В. АЗАРЕНКО, А.Л. МИСУН	Обоснование режимов работы технического средства для ухода за клюквенным покровом промышленной плантации
Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, Л.А. ВЕРЕМЕЙЧИК, А.В. ПОПОВ	Основные характеристики агрохимических свойств минеральных субстратов
А.В. НОВИКОВ, Л.Г. ШЕЙКО, Т.А. НЕПАРКО	Оптимизация питания сахарной свеклы при использовании калийно-натриевого глинистого удобрения
В.И. САПЕГО, Н.А. ИЕВЛЕВ	Микроэлементы в питании, обмене веществ и как стимуляторы роста и развития животных
В.А. ДАЙНЕКО, Н.А. РАВИНСКИЙ, Е.М. ПРИЩЕПОВА	Радиоволновые измерительные преобразователи влажности для системы управления линией первичной переработки льна
А.Г. ЦУБАНОВ, А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	Тепловые насосы – утилизаторы теплоты отработавшего сушильного агента

Г.Н. РЕЙЗИНА, Т.Н. МИКУЛИК, А.И. БОБРОВНИК, А.Г. СТАСИЛЕВИЧ	Диагностика функционального состояния испытателя (водителя) на транспорте
Н.Е. ШЕВЧИК, Е.В. МИХАЙЛОВА	Методика расчета фазных токов в электрической сети 0,38 кВ при несимметричной нагрузке с учетом электродвижущих сил, наводимых потоками нулевой последовательности трансформатора
В.А. ПАШИНСКИЙ, А.А. БУТЬКО	Оценка поступления солнечной радиации на наклонную лучеприемную поверхность
А.А. ЖДАНОВА	Мясная продуктивность и экономическая эффективность выращивания подопытных бычков герефордской породы
А.А. ЗЕЛЕНОВСКИЙ, Д.А. САЙГАНОВ	Основные направления эффективного взаимодействия между заводами-изготовителями, дилерскими техническими центрами и потребителями средств механизации

№ 3/2010

И.Н. ШИЛО, Н.Н. РОМАНИЮК, П.В. КЛАВСУТЬ	Стабилизация глубины хода лемехов картофелеуборочных машин
Г.С. ГОРИН, В.В. РАДКЕВИЧ, А.А. ЯНЧУК	Расчет нагрузочной характеристики каркасной и оболочковой шин
Т.В. КУЛАКОВСКАЯ, WILLEM PRINS, WILLY KESSLER, JEAN-CLAUDE EMILE, ALEX DE VliegHER, GORAN DALIN	Многофункциональность развития и использования лугопастбищного хозяйства в Европе
В.Н. БОСАК, В.В. СКОРИНА, Т.В. КОЛОСКОВА	Аминокислотный состав и биологическая ценность сои в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве
А.А. ЖДАНОВА	Пищевые достоинства мяса бычков герефордской породы
А.С. ДОБЫШЕВ, Ф.Ф. ЗУБИКОВ, К.Л. ПУЗЕВИЧ	Прогрессивные методы обработки почвы
Л.В. МИСУН, А.Н. СКРИПКО	Анализ влияния грозовых проявлений на пожарную опасность зданий и сооружений
А.Н. КАРТАШЕВИЧ, А.А. РУДАШКО, О.В. ПОНТАЛЕВ, А.Ф. СКАДОРВА	Прогнозирование остаточного ресурса гидроджимных фрикционных муфт тракторных коробок передач
И.Л. АКУЛИЧ, Е.С. ПАШКОВА	О возможностях ассортиментной политики предприятий по переработке плодово-ягодного и овощного сырья
В.В. КУРАШ, Ю.И. ТИТОВ, А.В. КУДИНА	Исследование наводороживания металлоповерхностей деталей рабочих органов машин, агрегатов и сборочных единиц сельскохозяйственной техники
Е.М. БЕЛЬЧИНА, Е.А. ИГНАТОВИЧ И.В. ЕМЕЛЬЯНОВИЧ	Применение современных форм организации торговли Обеспечение устойчивого развития РУП «МТЗ» с позиции менеджмента качества

№ 4/2010

П.П. КАЗАКЕВИЧ, А.В. НОВИКОВ	Основные направления стратегии развития АПК Беларуси на ближайшую перспективу
-------------------------------------	---

В.Н. КОНДРАТЬЕВ, С.И. ОСКИРКО, В.Н. БОБКО	Бильная косилка
Э.И. ЛЕВДАНСКИЙ, П.С. ГРЕБЕНЧУК, А.Э. ЛЕВДАНСКИЙ	Разработка и исследование высокоэффективной конструкции измельчителя фуражного зерна
В.А. ЛЮНДЫШЕВ, В.Ф. РАДЧИКОВ, В.К. ГУРИН, В.П. ЦАЙ, И.В. ЯНОЧКИН	Сушеная барда в рационах бычков при выращивании на мясо
И.Н. ШИЛО, Б.М. АСТРАХАН, Н.Н. РОМАНЮК, П.В. КЛАВСУТЬ	Исследование копирования рельефа поля катками картофелеуборочных машин
И.И. ПИУНОВСКИЙ, В.И. ВОЛОДКЕВИЧ, А.В. МОЛОШ	Охрана труда работников при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства
И.В. КРУПА, Н.В. ПРИВАЛОВ, В.П. МЕЛЬНИКОВ	Формирование информационного обеспечения многофункциональных автоматизированных систем диспетчерского управления электрических сетей
Д.Ф. КОЛЬГА, И.М. ШВЕД	Животноводческие фермы и комплексы – источник экологического давления на окружающую среду
И.Н. ШИЛО, А.Н. НОВИКОВ, Т.А. КОСТИКОВА, А.В. ШАХ	Определение нормативов затрат на ремонт и техническое обслуживание тракторов для условий сельскохозяйственных предприятий Минской области
Е.М. БОРОДИНСКАЯ	Анализ воспроизводства факторов производства сельскохозяйственного машиностроения Респ. Беларусь
Л.В. МИСУН, А.Н. МАКАР	Компетентностная модель специалиста по охране труда для агропромышленного комплекса в системе профессиональной подготовки

№ 5/2010

А.В. НОВИКОВ, С.А. АНТОШУК, А.А. ЖЕШКО, В.К. КЛЫБИК	О рациональной грузоподъемности разбрасывателей твердых минеральных удобрений
В.О. КИТИКОВ	Технологические предпосылки щадящего высокопроизводительного доения коров
А.В. КУЗЬМИЦКИЙ, П.В. АВРАМЕНКО	Обоснование технологических параметров оборудования для внесения жидких консервантов на кормоуборочном комбайне
В.С. КОРКО, З.Ф. КАПТУР, П.В. КАРДАШОВ, В.В. МИХАЙЛОВ, Е.Н. ЛИШИК	Электрохимические технологии приготовления растворов для поения животных
В.А. ЛЮНДЫШЕВ, В.И. САПЕГО, А.В. ЛЮНДЫШЕВ	Влияние йода, брома и кобальта на рост и развитие телят молочного периода
А.В. ИВАНОВ, А.Э. КОШАК, Ж.В. КОШАК, Н.В. ИВАНОВА	Влияние износа поверхности матрицы прессгранулятора на удельную энергоемкость процесса
В.Г. БАБИЦКАЯ, Н.Ю. КОРОЛЕВА, И.И. ПАРОМЧИК, В.В. ЩЕРБА, Е.А. ВОЙЦЕХОВСКАЯ, М.А. ЧЕЛОМБИТЬКО	Использование местного сырья в технологии получения нового функционального продукта
М.А. ПРИЩЕПОВ, В.М. ЗБРОДЫГА, Г.И. ЯНУКОВИЧ	Методика расчета конструктивных параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда – треугольник с зигзагом»
А.В. СИДОРОВ, В.Г. СИДОРОВ, И.З. ШВОЛКО, К.Н. ФАДЕЕВ	Энергетические характеристики ветра

В.М. СИНЕЛЬНИКОВ	Исследование агресурсного потенциала продуктивности картофеля и предложения по проведению интеграционных процессов в картофелепродуктовом подкомплексе Беларуси
Л.В. КОРБУТ	О государственном регулировании развития крестьянских (фермерских) хозяйств Республики Беларусь

№ 6/2010

Л.В. КУКРЕШ, П.П. КАЗАКЕВИЧ, Г.И. ГЕДРОИТЬ	Инновационные технологии – основа развития АПК Уплотнение почв ходовыми системами сельскохозяйственных машин
О.Ч. РОЛИЧ, Е.В. ГАЛУШКО, М.А. ПРИЩЕПОВ	Технология моделирования динамики пространственного распределения термодинамических величин в объекте автоматизации
В.Г. САМОСЮК	Приоритетные направления технико-технологического развития отрасли животноводства
М.А. ПРИЩЕПОВ, В.М. ЗБРОДЫГА, Г.И. ЯНУКОВИЧ	Технико-экономическая оптимизация параметров трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда – треугольник с зигзагом»
Н.Е. ШЕВЧИК, В.И. РУСАН, А.А. СОЛДАТЕНКО, А.Л. ТИМОШУК, В. В. ВИКТОРОВИЧ	Прибор для диагностирования асинхронных электродвигателей
Н.А. ПОЗДНЯКОВ, В.В. ШИЛОВ, Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА,	Моделирование режимов работы сельскохозяйственного трактора в составе МТА
Г.И. ГАНУШ, С.Л. БЕЛЯВСКАЯ	Актуальные направления формирования в Республике Беларусь рынка овощной продукции с учетом мировых тенденций

“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 сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика). 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 первое полугодие 2011 года: для индивидуальных подписчиков - 29010 руб., ведомственная подписка - 56964 руб.

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 Председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

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, 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 бумаге размером не менее 9x12 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.

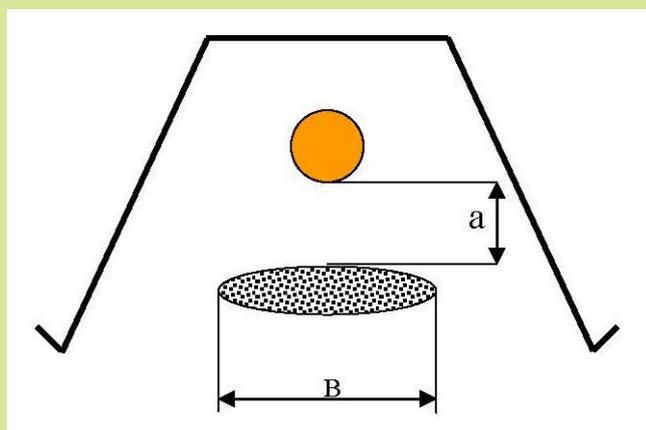
9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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 Минск, пр. Независимости, 99, корп. 1, к. 333. УО БГАТУ.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ МАШИНА-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УПГ-2,8

Предназначена для подготовки почвы под посадку картофеля с регулируемым междурядьем с одновременным глубоким рыхлением зоны развития клубней, локальным внесением минеральных удобрений на требуемую глубину, поверхностным рыхлением и отсыпкой гребней, а также для междурядной обработки посадок картофеля.



Основные технические данные

Производительность за 1 час основного времени, га/ч	1,3...2,3
Рабочая скорость, км/ч	6...8
Ширина захвата машины, м.	2,8
Ширина междурядий, м	0,7
Глубина рыхления почвы, см.	до 30
Глубина внесения удобрений a , см.	2...9
Ширина полосы удобрений b , см.	6
Норма высева удобрений, кг/га.	200...600
Габаритные размеры, мм	1800*3000*1600
Масса, кг	610

Применение универсальной комбинированной машины-гребнеобразователя в системе подготовки почвы под посадку картофеля позволит в сравнении с серийными машинами сократить в 3 раза число проходов агрегатов по полю, снизить в 2 раза расход минеральных удобрений за счет их локального внесения, уменьшить расход топлива, эксплуатационные затраты, материалоемкость и энергоемкость. А также исключает потребность дополнительного приобретения культиватора для междурядной обработки посадок картофеля.