



ISSN 2078-7138

Агропанорама

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 6
декабрь
2015

В номере:

Влияние технического состояния машинно-тракторных агрегатов на экологическую безопасность окружающей среды

Механизация производства кассетной рассады овощных культур

О совершенствовании конструкции полуавесных плугов для повышения эффективности использования системы автоматического регулирования

Корректировка производственной структуры сельскохозяйственных организаций в зависимости от количества и качества земельных ресурсов



С НОВЫМ, 2016 ГОДОМ!

Уважаемые коллеги, друзья!



Приближается Новый год! По сложившейся традиции в эти предпраздничные дни мы подводим итоги уходящего года и строим планы на будущее.

С уверенностью можно сказать, что прошедший год был для коллектива нашего университета успешным и результативным.

В течение года мы плодотворно работали над решением поставленных задач по дальнейшему совершенствованию образовательных технологий, направленных на повышение качества подготовки высококвалифицированных инженерно-технических специалистов для АПК, а также интеграции нашего вуза в Европейскую образовательную систему.

Большое внимание уделялось научно-исследовательской деятельности. Учеными, аспирантами и студентами университета внедрено в производство и образовательный процесс более 135 новых научных разработок, получено 106 патентов Республики Беларусь на изобретения и полезные модели, издано 5 монографий, защищено 3 кандидатских диссертации. Научные исследования проводились по приоритетным направлениям

науки в рамках 9 государственных и региональных научно-технических программ, заданий Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и других инновационных фондов, а также прямым договорам с предприятиями и организациями республики.

В институте повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ повысили свою квалификацию и прошли переподготовку около 3 тысяч руководящих работников и специалистов.

Новыми формами творческого сотрудничества преподавателей и студентов пополнилась идеологическая и воспитательная работа университета.

Значительных успехов в прошедшем году достигли и наши студенты, ими получены многочисленные дипломы и грамоты на международных научных конференциях, республиканских олимпиадах и конкурсах студенческих научных работ. Лучшие студенты удостоены стипендий Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза работников АПК, Республиканского комитета Белорусского профсоюза работников АПК, награждены премией Мингорисполкома и Специального фонда Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов. Коллектив молодых ученых нашего университета в уходящем году удостоен премии НАН Беларуси имени академика В.Ф. Купревича для молодых ученых.

Уважаемые коллеги! Примите слова искренней благодарности за ежедневный добросовестный труд, высокий профессионализм и достойный вклад в дело воспитания и обучения молодежи, а также укрепления научного потенциала БГАТУ.

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, студентов, аспирантов и всех работников университета с Новым, 2016 годом и Рождеством!

Желаю всем в Новом году дальнейших творческих успехов в учебе и труде, новых научных достижений, осуществления всех намеченных планов, идей и проектов на благо университета и нашей родной Беларуси!

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

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

АГРОПАНОРАМА 6 (112) декабрь 2015

Издаётся с апреля 1997 г.

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

Учредитель
*Белорусский государственный
аграрный технический университет*

Главный редактор
Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

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

Е.В. Сенчуроў – ответственный секретарь
Н.И. Цындріна – редактор

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

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

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14
Факс (017) 267-25-71
E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2015.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-
макета 22.12.2015 г. Зак. № 969 от 22.12.2015 г.

Дата выхода в свет 30.12.2015 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99, к.2
ЛП № 02330/316 от 30.01.2015 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.
Стоимость подписки на журнал на 1-е п/г 2016 г.:
для индивидуальных подписчиков - 123 600 руб.;
ведомственная - 152 052 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 32000 руб.

При перепечатке или использовании
публикаций согласование с редакцией
и ссылка на журнал обязательны.

Ответственность за достоверность
рекламных материалов несет рекламодатель.

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственное машиностроение.

Металлообработка

- Ю.И. Томкунас, В.Н. Кецко, А.А. Гончарко**
Влияние технического состояния машинно-тракторных
агрегатов на экологическую безопасность окружающей
среды.....2

- А.А. Аутко, М.Б. Гарба, А.А. Шупилов**
Механизация производства кассетной рассады овощных культур....5

- В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко,
Н.Д. Лепешкин, В.А. Зубок**
О совершенствовании конструкции полунавесных плугов для
повышения эффективности использования системы
автоматического регулирования.....10

- А.С. Воробей**
Машины для подготовки почвы и ухода за посадками
топинамбура и картофеля при грядовой технологии
возделывания.....15

Технологии переработки продукции АПК

- М.А. Прищепов, Е.С. Пашкова, Л.А. Расолько,**
В.В. Маркевич, Л.П. Сможевская, И.А. Дембицкая
Новые продукты, обогащенные эссенциальными
ингредиентами.....19

Энергетика. Транспорт

- А.Г. Щубанов, А.Л. Синяков, И.А. Щубанов**
Влияние геометрических и режимных параметров на
эффективность кожухотрубчатых теплоутилизаторов.....23

- А.В. Крутов, С.С. Нефедов**
Электрообработка жидкого субстрата птичьего помета с
целью интенсификации метанообразования.....27

- В.Н. Штепа**
Экспериментально-аналитические исследования
комбинированных систем водоочистки.....31

Технический сервис в АПК.

Экономика

- В.М. Синельников, Бодрова Э.М., М.В. Синельников**
Корректировка производственной структуры сельско-
хозяйственных организаций в зависимости от количества
и качества земельных ресурсов.....37

- М.М. Радько, Е.Ю. Быкова**
Методика оценки инновативности как фактора модели
стратегического развития организаций птицеводческой отрасли....41

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2015 году

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ю.И. Томкунас,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Н. Кецко,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

А.А. Гончарко,

ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

Рассмотрены вопросы экологической безопасности машинно-тракторных агрегатов (МТА). Представлены основные факторы вредного воздействия машин на окружающую среду и параметры оценки экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, отработавшие газы, трактор, сельскохозяйственная машина, дизельный двигатель, дымность, выбросы вредных веществ.

The problems of ecological safety of the machine and tractor units are examined. The main factors of the harmful effects of cars on the environment and parameters of assessment of environmental safety are presented.

Keywords: environmental safety, exhaust gases, tractor, farm machine, diesel engine, smokiness, emissions.

Введение

Соблюдение экологической безопасности – одно из основных требований, предъявляемых к средствам механизации. Главной причиной негативного воздействия машинно-тракторных агрегатов на природную среду остается низкий технический уровень эксплуатируемых тракторов и самоходных машин [1, 2]. Экологическая безопасность – допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека [3].

Один из путей обеспечения приемлемой экологической безопасности машин – правильная эксплуатация, а также своевременное проведение технического обслуживания и ремонта с элементами восстановления параметров экологической безопасности [1, 3].

Безразборный контроль показаний экологической безопасности машин с требуемой точностью – это экологическое диагностирование [4]. По аналогии с техническим диагностированием результатом экологического диагностирования является выдача заключения с указаниями вида и причин нарушения экологической безопасности. Экологическое диагностирование МТА необходимо для оценки экологической культуры эксплуатации.

Основная часть

Тракторы и самоходные сельскохозяйственные машины – специфические загрязнители окружающей

среды. Утечки топливно-смазочных материалов (ТСМ) загрязняют пахотные земли и водоемы, повреждают почвенную флору и фауну, движители переврывают пашню, что резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур, повышенные шум и вибрации на рабочем месте машины являются санитарно-экологическими факторами, серьезно сказывающимися на здоровье оператора [5].

Загрязнение атмосферы, вызываемое автотракторными дизелями машин, в 5 раз превышает выбросы теплоэлектростанций и в 3 раза – промышленных предприятий. Работающий автотракторный дизель является источником выброса малой высоты. Продукты горения медленно рассеиваются в атмосфере, а концентрация вредных веществ (ВВ) значительна на большом расстоянии от работающего двигателя. Часть вредных веществ вместе с воздухом попадает в органы дыхания и на кожный покров обслуживающего персонала, часть накапливается в растениях и почве, а оставшаяся часть рассеивается в верхних слоях атмосферы и непосредственно не контактирует с человеком и растительностью, но существенно влияет на состояние окружающей среды. Доказано, что выбросы отработавших газов могут снижать урожайность сельскохозяйственных культур и их качество на 25 % [6].

Оксиды серы в атмосфере реагируют с парами воды с образованием серной кислоты, а затем с осадками выпадают на землю в виде кислотных дождей.

Накопление диоксида серы в атмосфере вызывает климатические изменения регионального и планетарного масштаба.

Ухудшение технического состояния дизеля и нарушение регулировочных показателей его систем и механизмов ведет к повышению уровня дымности отработавших газов [7].

Повышенная дымность и величина вредных выбросов свидетельствуют не только о неисправностях механизма и систем дизеля, но и о незэкономичности его работы.

Основные диагностические показатели экологической безопасности тракторов и самоходных машин [3]:

- удельные выбросы CO, CH и NO_x в отработавших газах дизельных ДВС согласно ГОСТ 17.2.2.2.05;

- дымность отработавших газов дизеля (в установленном режиме и режиме свободного ускорения) согласно ГОСТ 17.2.2.02;

- содержание CO в воздухе рабочей зоны оператора трактора или сельхозмашины (герметичность кабины);

- утечки моторного, трансмиссионного и гидравлического масла, дизельного топлива, охлаждающей жидкости;

- степень загрязненности (класс чистоты) моторного масла и дизельного топлива;

- выбросы (утечки) отработавших газов помимо выхлопной трубы трактора или сельхозмашины;

- шум внешний и внутренний (в кабине водителя), создаваемый трактором (сельхозмашиной);

- вибрации на рулевом колесе и сиденье оператора трактора (сельскохозяйственной машины).

Дымность отработавших газов является одним из основных недостатков дизелей. Различают два вида дыма: черный – из-за наличия сажи в отработавших газах и белый или голубой – результат неполного сгорания топливовоздушной смеси при значительном запаздывании воспламенения или попадания горючего на холодные стенки камеры сгорания. Существенно влияет на длительность выпуска угол опережения впрыска горючего.

Выброс сажи увеличивается с ростом нагрузки на двигатель, сопровождаемой обогащением топливовоздушной смеси. Граница прекращения дымления соответствует составу смеси при коэффициенте избытка воздуха $\lambda=1,2$ [6]. Исправный дизельный двигатель на холостом ходу почти не выбрасывает частиц сажи (твердых частиц). Усиленный выброс твердых частиц или несгоревшего топлива указывает на нарушение процесса сгорания, из-за неисправных распылителей форсунок.

Применение в дизельных топливах баривых антидымных присадок в концентрации до 1 % снижает дымность выпуска на 20-50%, не ухудшая эффективных и экономических показателей дизеля, но при этом интенсифицируется процесс нагароотложения на концах распылителей форсунок.

На экономичность двигателя влияет техническое состояние воздушного фильтра. При несвоевременном его обслуживании возрастает сопротивление фильтра до 2 раз и вызывает рост расхода топлива примерно на 6-8 %.

В процессе эксплуатации дизелей за счет износа деталей цилиндроршневой группы наблюдается снижение давления конца сжатия с 4,5 до 2,8 МПа, что приводит к ухудшению процесса сгорания и увеличению потерь тепла через стенки камеры сгорания и с отработавшими газами.

Основными регулировочными параметрами топливной аппаратуры, изменяющимися в процессе эксплуатации и влияющими на расход топлива дизелем, являются цикловая подача, давление начала впрыска топлива и угол опережения впрыска.

Установка начала подачи топлива влияет на шум сгорания, мощность двигателя, расход топлива и содержание вредных веществ в отработавших газах. Если подача топлива начинается слишком рано, двигатель работает жестко, с сильным шумом сгорания, низким расходом топлива, но повышенным содержанием оксидов азота в отработавших газах. При слишком ранней установке начала подачи увеличивается и дымность, потому что увеличенная задержка воспламенения приводит к низкой температуре цикла [8]. Резкое нарастание давления сгорания может вызвать повреждение кривошипно-шатунного механизма, особенно поршня. На позднее начало подачи топлива двигатель реагирует потерей мощности, увеличенным расходом топлива и повышенным дымлением. При позднем завершении сгорания увеличивается температура отработавших газов, а, следовательно, риск повреждения выпускных клапанов и турбокомпрессора. Турбокомпрессоры позволяют, особенно при полной нагрузке, снабжать двигатель достаточным количеством воздуха. Большое количество воздуха в камере сгорания позволяет впрыскивать большее количество топлива и увеличить мощность, а при меньшей подаче топлива – снизить выброс сажи.

Поэтому давление наддува, являясь параметром, определяющим величину полной нагрузки, должно проверяться, прежде всего, при падении мощности. Для проверки давления наддува присоединяют манометр к соответствующему штуцеру впускного трубопровода и измеряют давление на соответствие данным производителя [8]. Измерение без нагрузки не может обеспечить требуемый результат, так как турбокомпрессор обеспечивает необходимое давление наддува только при достаточно большом количестве отработавших газов. Короткий период полной нагрузки на режимах свободного ускорения также не является достаточным для измерения давления наддува, так как рост частоты вращения турбины не успевает за увеличением частоты вращения коленчатого вала. Поэтому измерение наддува можно осуществлять при поездке с более постоянной полной

нагрузкой и при средней частоте вращения коленчатого вала [8].

Не слишком низкое, но и не слишком высокое давление наддува может привести к снижению мощности, так как блок управления при превышении предельного значения наддува, с целью защиты турбокомпрессора, снижает подачу топлива. При значениях давления наддува, не соответствующих данным производителя, необходимо проверять весь двигатель [8].

Износы деталей топливной аппаратуры по-разному воздействуют на величину цикловой подачи. Износ плунжерных пар и винтовой кромки уменьшает количество впрыскиваемого топлива. Износы нагнетательного клапана, разгрузочного клапана и его седла увеличивают цикловую подачу. В результате износа деталей топливной аппаратуры нарушаются величина и равномерность подачи горючего по цилиндрам, снижается давление и изменяются продолжительность и фактический угол опережения впрыска. Износ деталей цилиндропоршневой группы и деталей топливной аппаратуры дизеля приводят к значительным нарушениям нормального процесса сгорания за счет обогащения смеси, изменения углов опережения впрыска и снижения давления впрыска. Коэффициент избытка воздуха при этом может снижаться до 1,0, в результате чего увеличивается неполнота сгорания горючего, повышается дымность выпуска, резко ухудшаются пусковые качества и экономичность. Увеличение цикловой подачи до名义ального значения для изношенного двигателя недопустимо, так как это сопровождается обогащением состава смеси и уменьшением коэффициента избытка воздуха до 1,10-1,15 (при норме 1,2-1,8), что приводит к ухудшению процесса сгорания, увеличению дымности отработавших газов и возрастанию расхода топлива, недопустимому перегреву некоторых деталей двигателя вследствие значительного повышения температуры отработавших газов.

Измерение дымности проводят при техническом обслуживании ТО-2, после ремонта и регулировки узлов и систем трактора, влияющих на дымность. Дымность проверяют при свободном ускорении (разгон двигателя от минимальной до максимальной частоты вращения на холостом ходу и при максимальной частоте вращения) [9], соответствующем требованиям СТБ 2169-2011, которая не должна превышать значений, указанных в табл. 1.

Нормы дымности дизелей, тракторов и машин конкретных марок устанавливают в зависимости от

условного расхода воздуха G_b . Для этого на предприятиях, использующих машины и агрегаты с дизелями, и на каждом предприятии, проводящем их технический сервис, должен быть организован контроль дымности и величины выбросов вредных веществ (CO, CH и NO_x) отработавших газов автотракторных дизелей.

Базовыми документами по эксплуатационному контролю дымности и величины вредных выбросов отработавших газов дизелей, используемых на самоходных машинах и стационарных агрегатах в АПК, в дорожном строительстве и других отраслях являются:

- межгосударственный стандарт 17.2.2.02-98 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных машин»;

- ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности»;

- ГОСТ 17.2.2.05-97 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин».

Заключение

Своевременное регламентное и заявочное диагностирование дизелей, в том числе по показателям дымности и величине выбросов вредных веществ отработавших газов, а также проведение соответствующих профилактических работ по воздухоочистителю, приводу ТНВД, форсункам, системе смазки, своевременный слив отстоя из топливных фильтров и другие стандартные и нестандартные работы технического обслуживания, позволяют поддерживать дымность, величину вредных выбросов, топливную экономичность и надежность работы дизелей в технико-экономически целесообразном диапазоне. Это реально осуществимо для большинства предприятий, использующих самоходные и стационарные машины, агрегаты с автотракторными дизелями и осуществляющие их технический сервис.

Повышенная дымность, величина вредных выбросов свидетельствует не только о неисправностях механизмов и систем дизеля, но и о неэкономичности его работы. Таким образом, контроль и восстановление оптимальной дымности и величины вредных выбросов отработавших газов автотракторных дизелей одновременно обеспечивают и сохранение их оптимальной топливной экономичности.

Таблица 1. Дымность дизелей

Режим измерения дымности	Предельно допускаемый натуральный показатель ослабления светового потока К, m^{-1}	Предельно допускаемый коэффициент ослабления светового потока N, %
Свободное ускорение коленчатого вала дизеля: без наддува с наддувом	1,2 1,6	40 50
Максимальная частота вращения	0,4	15

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 340 с.
2. Колос, В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий / В.А. Колос, В.Б. Ловкис // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. – Т. 42. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства», 2008. – С. 13-19.
3. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей: межгосударственный стандарт 17.2.2.02-98.
4. Николаев, Е.В. Экологическая диагностика тракторов и самоходных машин / Е.В. Николаев, Н.С. Ництрович // Тракторы и сельхозмашины, 2012. – № 8 С. 44.
5. Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения: СТБ 2169-2011.
6. Технологическое руководство по контролю и регулировке дымности и токсичности отработавших газов дизелей тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин (дорожно-строительных и др.) / А. В. Колчин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.
7. Колчин, А.В. Обеспечение экологической безопасности и нормативной топливной экономичности тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин в эксплуатации / А.В. Колчин. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2003 – 156 с.
8. Губертус, Г. Диагностика дизельных двигателей: серия «Автомеханик» / Г. Губертус; пер. с нем. Ю. Г. Грудского. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с.
9. Измеритель дымности отработавших газов МЕТА-01 МП 01. ГТН ЛТК: руководство по эксплуатации. – Жигулевск, 2007.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.06.2015

УДК: 631.53.04:635

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАССЕТНОЙ РАССАДЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

А.А. Аутко,

зав. НИЛ тепличного овощеводства НИИМЭСХ БГАТУ, докт. с.-х. наук, профессор

М.Б. Гарба,

аспирант каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

А.А. Шупилов,

зав. каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье приведен анализ технических средств для производства кассетной рассады в мировой практике. Предложена технологическая линия заполнения кассет субстратом и высева семян, разработанная в Белорусском государственном аграрном техническом университете, которая позволяет снизить затраты труда почти в 6 раз и повысить качество рассады. Показаны результаты работы линии в УП «Агрокомбинат «Ждановичи».

Ключевые слова: кассетная рассада, механизация, линия технологическая, тепличное овощеводство.

The article analyzes technical means for the production of the tape seedlings in the world. A production line of filling cartridges substrate and seeding made at the Belarusian State Agrarian Technical University, which reduces labor costs almost 6 times and increase the quality of seedlings. The results of the line in the UE "Agrokombinat" Zhdanovichi are presented".

Keywords: tray seedlings, mechanization, technological line, greenhouse, vegetable growing.

Введение

Во многих странах сегодня можно встретить предприятия с весьма узкой специализацией, в частности торфяные фирмы, компании, занимающиеся выращиванием рассады различных овощных культур, а также фирмы, выращивающие рассады разных культур – томата, огурца, перца, салата, капусты.

Специализация имеет ряд выгод, в частности, более высокие эффективность и уровень организации производства, снижение себестоимости рассады, увеличение урожайности возделываемых культур, рациональное использование труда, больше возможностей для разработки и внедрения новых усовершенствованных методов выращивания.

В промышленном выращивании рассады осуществляется замена ручного труда полуавтоматизированными или полностью автоматизированными системами. В мировой практике широко распространяется кассетная технология производства рассады, что обеспечивает повышение продуктивности рассадных овощных и других культур [1].

Целью данного исследования является анализ эффективности функционирования созданных технических средств механизации производства рассады овощных культур за рубежом и разработка отечественного комплекса.

Основная часть

В современном тепличном овощеводстве для выращивания рассады имеется немало систем, обеспечивающих механизацию для осуществления этого процесса. Каждая система имеет свои особенности. В ходе исследования проведен анализ различных технологических и технических систем производства рассады в овощеводстве многих стран.

В мировой практике были разработаны следующие системы: «Блок-О-Матик», «Бокс-О-Матик», «Супер-Сидлинг», «Виссер-Супер», «Терр-О-Матик», «Плант-О-Матик», «Система 2000» и другие.

Система «Супер-Сидлинг» разработана для производства сеянцев рассады томата, сладкого перца, баклажана, которые после этого периода пересаживаются в большие пресс-кубики для дальнейшего дозаривания рассады в теплице, а также рассады брюссельской и краснокачанной капусты, петрушки, сельдерея, томата и сладкого перца для открытого грунта. В системе «Супер-Сидлинг» используются поддоны с 240-176-96 или 70 ячейками, в зависимости от диаметра этих ячеек. В поддоне с 240 ячейками диаметр каждой составляет 18 мм, а с 96 ячейками – 36 мм. Для культуры, которую необходимо выращивать, можно сделать точный выбор поддона с желательным размером ячейки. Полистирол является изолятором и предотвращает быстрое повышение или понижение температуры в помещениях с рассадой, температура в области корневой системы практически всегда остается постоянной.

Система «Блок-О-Матик» разработана и представлена как улучшенный вариант системы «Бок-О-Матик». В системе «Блок-О-Матик» используют стандартные голландские поддоны и автоматическое наполнение пресс-кубиками. Пресс-кубики гидравлически прессуются и совершенно не соприкасаются друг с другом, автоматически укладываются в поддоны. Каждый пресс-кубик имеет одинаковую величину, и так как они стоят отдельно друг от друга, это обеспечивает воздушное питание и развитие корневой системы.

Применяя систему «Блок-О-Матик», скорость роста и развития увеличивается на 15 % в сравнении с рассадой, выращенной в механически спрессованных кубиках [2].

В разработанной системе «Плант-О-Матик» рассадопосадочный автомат через электронную установ-

ку селектирует сеянцы, а затем с помощью памяти компьютера передвигает и пневмомеханически пересаживает их в растительные системы.

В последние годы быстро распространяется автоматизированная контейнерная технология выращивания рассады в малообъемных модулях. Эта технология основана на полной механизации всех процессов, начиная с изготовления самих контейнеров и поддонов, заполнения их питательной смесью, и заканчивая высадкой рассады в поле, причем рассадопосадочная машина является составной частью этой технологии.

Значительная работа в этом направлении выполнена фирмой «Гроувинг Системс» (США), где предлагается современная система, отвечающая практически всем основным требованиям эффективного выращивания кассетной рассады в теплицах. Она включает в себя заполнение поддонов рыхлой смесью, более чем на 50 % состоящей из торфа. Затем в смеси делаются углубления (по одному на каждую ячейку). С помощью сеялки «Вандана» производится точный высев семян.

Норвежской фирмой «Хамакс-Вефи» разработана система «Вефи», которая включает в себя ряд изделий, образующих рациональную, взаимосвязанную систему ведения тепличного хозяйства – от семян и саженцев до готовой продукции большого количества цветочных и овощных культур. Компоненты системы могут использоваться как отдельно, так и в различном целесообразном сочетании. В систему входит техническое оборудование для заполнения кассет и горшочков почвенным грунтом и посева семян, безгоршечные кассеты с конусообразными ячейками, горшочки и системные кассеты для различных целей, стеллажи, вспомогательный инвентарь для пересадки.

Норвежской фирмой «Хамакс-Вефи» разработаны автоматическая линия заполнения кассет почвенным грунтом и посев семян «Вефи 3». Производительность линии составляет 7-9 кассет в минуту. Линия включает погрузчик грунта, смонтированный на ленточном транспортере, бункер для грунта, сеялку, тележку-разбрасыватель для перлита или вермикулита, оросительный туннель и разгрузочный стол. Сеялка имеет зубчатые колеса, соответствующие типу кассет. Она оснащена маркерным валом, посевным валом и производит высев семян, одно за другим в каждую ячейку. Рассчитана сеялка на круглые, почти круглые и дражированные семена размером не менее 1 мм. Семена всасываются идерживаются на месте с помощью вакуумного насоса. Вакуум и давление для удаления лишних семян обеспечиваются с помощью надежного в эксплуатации пылесоса «Нилфиш». К сеялке поставляется устройство для экономного расходования семян. Оно представляет собой вставку к магазину сеялки, которая подает семена к отверстиям посевного вала таким образом, что не требуется загружать магазин большим количеством семян. Сеялка подбирается к размеру семян и типу кассет. Она об-

служивается вручную, в остальном сеялка функционирует так же, как и автоматическая линия заполнения почвенным грунтом и посева «Вефи 3».

Контейнерную технологию применяют также в Италии, где рассаду выращивают в теплицах и открытом грунте в контейнерных блоках из полистирола с ячейками объемом 16 см³, в Германии и Нидерландах – по системе cultoplant с использованием разработанной Гамбургским институтом садоводства автоматической линии, производительностью 60 тыс. горшочков в час. Линия производит все операции – от изготовления цилиндрических горшочков диаметром 2 см и высотой 4-14 см до формирования засеянных поддонов в пакеты. В последние 5 лет в Нидерландах испытывают различные системы контейнерной технологии, отличающиеся одна от другой количеством и размером ячеек пластиковых контейнеров, питательной смесью, способом заполнения ячеек. При контейнерной технологии автоматически обеспечиваются подача поддонов, заполнение их почвенной смесью, уплотнение и увлажнение ее, пневматический посев семян, засыпка компостом или вермикулитом, формирование пакетов с поддонами для транспортировки в камеры проращивания. Ячеистые поддоны позволяют экономить около 1/3 питательной смеси по сравнению с почвоблоками.

Однако производство кассетной рассады в технологическом направлении – это многооперационный процесс, включающий приготовление торфяного субстрата, дозированное заполнение субстратом кассет и однозерновой высев семян. Все это требует значительных трудовых затрат на выполнение широкого спектра технологических операций [2].

В университете Флориды (США) изучали влияние способов выращивания рассады капусты на урожайность. Рассаду двух сортов капусты выращивали в почвенном грунте (6x0,5 см), в торфяных кубиках (5x7 см) и в полистироловых поддонах с ячейками в форме перевернутой пирамиды (2,5x2,5 и 5,5 см). Растения сорта Рубибол, выращенные в торфяных кубиках и поддонах с ячейками 5x5 см, формировали наибольшее количество крупных кочанов. Наиболее высокий общий урожай получили из рассады, выращенной в поддонах с ячейками 5x5 см и 2,5x2,5 см (284 и 260 ц/га), при использовании рассады в торфяных кубиках и безгоршечный урожай составил 227 и 149 ц/га [3].

Разработанный в НИИМЭСХ БГАТУ способ выращивания рассады с использованием кассет предусматривает выполнение технологических процессов в следующей последовательности. На стационарной линии кассеты заполняют рассадной смесью и осуществляют в них посев семян. Затем кассеты перевозят и расставляют в теплицу, где рассаду выращивают по общепринятой технологии. Кассеты с готовой рассадой устанавливают на специальный поддон и перевозят в контейнерах к месту посадки. Посадку

осуществляют рассадопосадочной машиной. Кассета для выращивания рассады представляет собой гибкую ленту с равномерно расположенным перегородками, образующими в свернутом виде ячейки. Одна кассета имеет 500 ячеек, высоту – 5 см, массу – 4 кг и размер ячеек – 4x4x5 см [4-6].

В настоящее время в мировой практике широко применяются технологии выращивания овощных и других рассадных культур через кассетную рассаду. Это обеспечивает снижение расхода семян в 1,5–2 раза, полностью сохраняется корневая система, растение не испытывает стрессовой ситуации в период посадки. Благодаря высокой приживаемости, происходит формирование урожая на 15-20 дней раньше, и повышается урожайность на 30-50 % [7].

В настоящее время итальянской фирмой «Atlantic man» разработан автоматизированный технический комплекс «Система 2000» – это передовая технология, обеспечивающая высокую производительность и высев семян в кассеты с применением инновационной системы «Аспирации – высев семян – самоочистка отверстий, расположенных на сменных высевных форсунках». Форсунки устанавливаются на специальный высевной барабан. Внешний кожух барабана с отверстиями овальной формы обеспечивает оптимальное распределение воздушного потока, нагнетаемого для удержания семян в воздушной среде и последующего выдува семян в кассеты. Такая система является перспективной и распространенной по данным исследований и опыта передовых предприятий. «Система 2000» позволяет осуществить переход с одного вида семян на другой за счет сменных высевных форсунок и одновременно обеспечивает высокую производительность, простоту обслуживания и низкие затраты на комплектующие и оборудование.

Для организации производства кассетной рассады в Беларусь разработана технологическая оснастка для изготовления пластиковых кассет. На предприятии ОАО «Белвторполимер» организовано серийное производство кассет, имеющих 64 и 144 ячейки с объемом ячеек соответственно 65 и 25 см³, а также кассет, имеющих 25 стаканчиков объемом 300 см³.

В настоящее время произведено более 600 тыс. штук кассет для овощеводческих и фермерских хозяйств и населения. Это позволяет ежегодно выращивать более 600 млн штук рассады и осуществлять ее посадку на площади свыше 1,5 тыс. га. В технологическом аспекте необходимо выполнять все операции в короткие сроки. Однако в нашей республике отсутствуют технические средства для механизации технологических процессов производства кассетной рассады. Выполнение работ вручную приводит к большим трудозатратам и снижению качества рассады за счет неравномерного уплотнения субстрата в ячейках кассет и расположения семян на удаленном расстоянии от центра ячеек кассет.

Для максимального возделывания всех рассадных культур через кассетную рассаду необходимо иметь современные технологические комплексы, где все технологические процессы полностью механизированы, и работа осуществляется в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

С этой целью был создан комплекс оборудования, обеспечивающий значительное повышение производительности и качества выполнения всех технологических операций. В НИИМЭСХ БГАТУ совместно с ПО «Техмаш» разработана и изготовлена технологическая линия для производства кассетной рассады (рис. 1).

Порядок выполнения операций на технологической линии заполнения кассет субстратом и высева семян овощных культур представлен схемой на рис. 2. Линию можно использовать в комплекте с машинами для выемки рассады из кассет и для мойки и химической обработки всех видов кассет, а также с транспортировщиком для перемещения кассет с высеванными семенами.

Созданная линия состоит из трех модулей, которые могут работать в непрерывном режиме выполнения всех технологических процессов, а также каждый из модулей может работать автономно. Данная линия выполняет следующие технологические операции:

- загрузку торфа в сепарирующий барабан;
- сепарацию торфа;
- отделение древесных остатков и волокнистой массы и сбрасывание их в емкость;
- дозированную подачу воды для увлажнения субстрата;
- дозированную подачу растворимых минераль-

ных удобрений;

- смешивание всех компонентов с торфом;
- загрузку торфа в сепарирующий барабан;
- транспортирование торфа в приемном бункере;
- дозированную подачу субстрата в бункер загрузки кассет;
- подачу кассет в зону заполнения субстратом;
- дозированное заполнение ячеек кассет субстратом;
- уплотнение субстрата сверху кассет;
- уплотнение субстрата в ячейках кассет;
- заделку субстратом лунок в ячейках;
- подачу кассет на транспортер установки высева семян;
- уплотнение субстрата на поверхности кассет;
- образование лунок в ячейках кассет;
- захват семян перфорированным барабаном;
- удаление излишне захваченных семян из зоны отверстий;
- сброс семян с высевающего барабана в ячейки кассет;
- мульчирование перлитом высеванных семян;
- заделку высеванных семян субстратом;
- увлажнение высеванных семян и субстрата в кассетах;
- загрузку кассет в технологическую тележку.

Технические и функциональные показатели качества выполнения технологического процесса линии определялись при высеве семян капусты белокочанной на базе УП «Агрокомбинат «Ждановичи». При проведении испытаний (2014-2015 гг.) осуществлено приготовление торфяного субстрата в количестве 120 м³, заполнено субстратом 45 000 штук кассет и высевано



Рисунок 1. Технологическая линия заполнения кассеты субстратом и высева семян, разработанная в НИИМЭСХ БГАТУ, проходит испытания в УП «Агрокомбинат «Ждановичи»

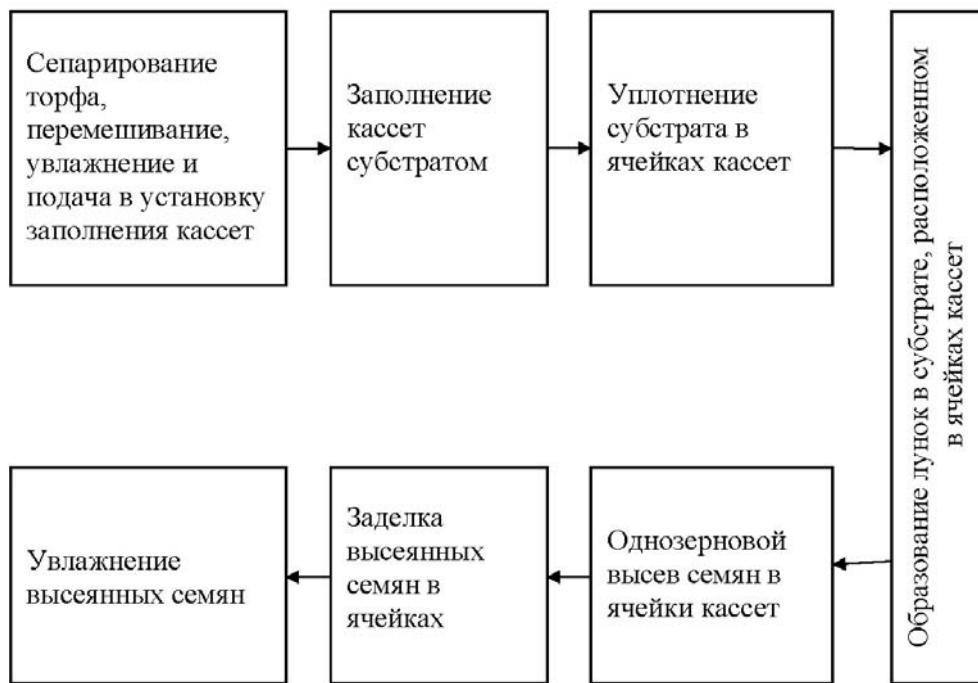


Рисунок 2. Схема порядка операций технологической линии заполнения кассет субстратом и высева семян овощных культур (ЛЗВ-300)

5 780 тыс. штук семян капусты.

Линия технологическая или ее модули может применяться как в небольших фермерских хозяйствах, так и в крупных агропромышленных комплексах.

Заключение

В результате проведенных исследований изучены конструкции ведущих мировых фирм по механизации технологических процессов сельскохозяйственного производства и выявлены наиболее конструктивные решения. Созданная технологическая линия обеспечивает выполнение всех технологических процессов в полуавтоматическом и автоматическом режимах с требуемыми агротехническими параметрами.

Использование технологической линии высева семян овощных культур в тепличных комбинатах и овощеводческих хозяйствах способствует повышению производительности при производстве рассады. Трудозатраты при использовании линии снизились почти в 6 раз в сравнении с ручным трудом. Кроме этого, такое расположение семян в центральной части ячеек кассеты обеспечивает лучшее развитие корневой системы и особенно улучшается качество посадки кассетной рассады рассадопосадочной машиной. Отличительной особенностью данной линии является возможность работы с различными видами дражированных семян овощных культур, что показывает ее универсальность для производства рассады.

Представленная информация показывает целесообразность применения технологической линии для высева семян овощных культур в кассеты для производства рассады.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аутко, А. А. Рассады овощных культур / А.А. Аутко. – Мн.: Ураджай, 1992. – 192 с.: ил.
2. Микаелян, Г. А. Промышленная технология производства рассады овощных культур / Г.А. Микаелян, Н.И. Краевая. – М.: Колос, 1984.
3. Краевая, Н. И. Технология производства безгоршечной рассады капусты в пленочных теплицах / Н.И. Краевая, А.А. Шайманов, А.И. Пригunkova. – М., 1984.
4. Микаелян, Г.А. Основные исследования по технологии производства рассады в пленочных теплицах для открытого грунта / Г.А. Микаелян // Научно-технический прогресс в овощеводстве: науч. труды НИИОХ, т. 12-13. – М., 1980. – С. 219-227.
5. Модестова, Н.А. Беспикровочный способ выращивания рассады / Н.А. Модестова. – М.: Колос, 1975. – С. 90-93.
6. Советкина В. Е., Богданова И. С., Сергеева Л. С. Эффективность различных способов выращивания рассады белокочанной капусты для открытого грунта // Науч. тр. СХИ, 1978. – Т. 347.
7. Аутко, А. А. Технологические приоритеты кассетной рассады при возделывании овощных, пряно-ароматических, лекарственных и цветочных культур / А.А. Аутко, П.И. Циркунов, С.Г. Яговдик, А.В. Чекель // Земледелие и Защита растений. – 2014. – № 1. – С. 74.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.11.2015

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКЦИИ ПОЛУНАВЕСНЫХ ПЛУГОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В.Я. Тимошенко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент,

А.В. Новиков,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Жданко,

зав. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка, канд. техн. наук, доцент

Н.Д. Лепешкин,

зав. отд. механизации возделывания сельскохозяйственных культур РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук, доцент

В.А. Зубок,

студент агромеханического факультета БГАТУ

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности использования системы автоматического регулирования глубины обработки почвы трактора при его работе с полунавесными оборотными плугами.

Ключевые слова: плуг, трактор, система автоматического регулирования, вспашка, почва.

The questions of efficiency upgrading of the tractor's automatic regulation system when working with semi-mounted reversible plows are considered in the article.

Keywords: plow, tractor, automatic control system, plowing, soil.

Введение

Одной из актуальных задач механической обработки почвы является создание однородного, мощного, хорошо окультуренного корнеобитаемого слоя, обеспечивающего необходимые условия для развития растений, что является основой получения высоких урожаев.

Другой задачей обработки почвы является уничтожение сорняков. Эффективное решение этих двух задач одновременно возможно за счет подрезания корневой системы сорняков и заделки их на дно борозды обрачиванием пласта с помощью лемешно-отвальной поверхности. Эффективность этого приема привела к преобладанию отвальной обработки почвы во всем мире.

Вспашка с оборотом пласта – это основной и важнейший прием обработки почвы, во время которого пласти переворачиваются, перемешиваются и рыхлятся. В результате объем обрабатываемой почвы увеличивается на 25-50 %, а пористость – на 10-15 % [1, 2]. При вспашке подрезаются и заделываются вглубь сорняки, удобрения и пожнивные остатки, выносятся в верхние слои пахотного горизонта коллоидные почвенные частицы, вымытые осадками в нижние слои.

Отвальная вспашка – это радикальное средство борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяй-

ственных растений. Известно, что жизненный цикл большинства вредителей полевых культур тесно связан с почвенной средой. Вредители, которые обитают в верхних слоях почвы, во время вспашки попадают в глубокие слои, где гибнут в результате смены условий жизни. В значительной мере уничтожаются вредители и при вынесении глубоких слоев на поверхность. Часть из них уничтожается птицами. Много вредителей откладывают яйца или зимуют на стерне и сорняках. При вспашке уничтожается до 70 % таких вредителей. Глубокая вспашка – один из радикальных способов борьбы с фузариозом, бурой ржавчиной, мучнистой росой, корневой гнилью и другими болезнями культурных растений [1].

Основная часть

Многолетние исследования, проведенные Белорусским научно-исследовательским институтом земледелия и кормов (БелНИИЗК) ныне РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию» [3], позволили сделать вывод о том, что в условиях Беларусь отказаться от вспашки вообще нельзя. Благоприятные климатические условия, достаток влаги и тепла при поверхностной обработке приводят к интенсивному засорению полей сорняками, особенно пыреем ползучим.

При этом установлено, что в Беларуси можно через год чередовать вспашку с поверхностной обработкой [2]. Это дает возможность получить огромную экономию энергии, имея в виду, что вспашка составляет половину энергетических затрат на обработку почвы.

Способы обработки почвы с полным или частичным оборотом пласта постоянно совершенствуются и получают новое развитие, так как являются основой экологически безопасных технологий, позволяющих существенно сократить использование химических средств защиты растений и минеральных удобрений. Наряду с совершенствованием плугов для загонной вспашки в Западной Европе активно внедряются плуги для гладкой пахоты, главным образом, обратные и поворотные.

Обратные плуги находят все большее применение и в нашей республике. Эти плуги имеют два преимущества перед плугами для загонной вспашки. Во-первых, на полях не остается свалочных гребней и развалочных борозд. Во-вторых, не требуется разбивка полей на загоны, отнимающая много времени у механизатора.

Однако обратные плуги имеют и ряд недостатков, о которых не принято говорить. К ним следует отнести, прежде всего, их большой вес и высокую стоимость. Кроме этого, они сложнее по устройству, что снижает их техническую надежность.

С увеличением единичной мощности тракторов ширина захвата обратных плугов тоже увеличивается. В настоящее время в Беларуси выпускаются обратные плуги от трех до десяти корпусов. Ввиду того, что их эксплуатационный вес примерно в два раза превышает вес плуга для загонной вспашки, имеет такую же ширину, то, начиная с 4-х корпусного, обратные плуги выпускаются в полуавесном варианте.

Все современные тракторы оснащаются системой автоматического регулирования (САР) глубины обработки, которая предназначена для использования, прежде всего, при агрегатировании с ними плугов. В зависимости от условий вспашки представляется возможным использовать в САР силовой способ регулирования глубины, либо позиционный, либо смешанный.

Известно, что силовой способ целесообразно использовать на полях с примерно одинаковым удельным сопротивлением почв вспашке. В таких условиях, задавая с помощью САР гидросистеме заднего навесного устройства определенное значение тягового сопротивления плуга, задается определенная глубина вспашки. При изменении тягового сопротивления плуга, являющегося функцией глубины вспашки, САР автоматически изменит положение нижних тяг заднего навесного устройства трактора, производя тем самым коррекцию положения корпусов плуга на подъем или опускание. Практически то же самое происходит при использовании позиционного способа регулирования. Только в этом случае устанавливается определенная позиция плуга относительно оста-

ва трактора и поддерживается с помощью САР. Сохранение этой позиции обеспечивается положением нижних тяг заднего навесного устройства. Поэтому позиционный способ регулирования глубины пахоты рекомендуется применять на ровных полях, без уклона.

При смешанном способе коррекция положения корпусов плуга производится аналогично.

Таким образом, применение САР позволяет в любых условиях получить пахоту, отвечающую предъявляемым к ней агротехническим требованиям.

Однако такое утверждение будет абсолютно справедливым, если вести речь о навесных плугах. Полунавесные плуги имеют особенность конструкции, которая состоит в том, что при числе корпусов более пяти, они выпускаются двухсекционными. При этом первая секция, как правило, имеет пять-шесть корпусов. Расстояние от первого до последнего корпуса первой секции по длине плуга составляет три и более метров. Конструкция этих плугов, как отечественных, так и импортных такова, что при коррекции с помощью САР положения корпусов плуга по высоте производится подъем или опускание только передней части первой секции плуга. Так как работа гидроцилиндров заднего навесного устройства трактора и колесного хода плуга не синхронизирована, то корпуса этой секции поднимутся или опустятся на разную высоту и будут пахать на разную глубину неравномерно, нарушая агротребования. Задняя секция плуга не имеет гидроцилиндра, связанного с основным гидроцилиндром заднего навесного устройства, поэтому она при этом своего положения не меняет.

Рассмотрим это на примере плуга ПОП-8-40К (рис. 1).

Плуг полунавесной ПОП-8-40К [4] состоит из тяговой балки 1 вместе с механизмом оборота и навеской, основной рамы 2, хода колесного 3 с гидроцилиндром, опорного колеса 4 с регулируемыми упорами.

Тяговая балка 1 вместе с механизмом оборота и навеской служит для агрегатирования плуга с трактором, перевода плуга из транспортного положения в рабочее и обратно, а также поворота рамы плуга при вспашке правообращающими 5 или левообращивающими (на рис. 1 не показаны) корпусами поочередно.

Основная рама 2 представляет собой шарнирно-сочлененную конструкцию и состоит из несущей балки 6 и задней балки 7, соединенных между собой осью 8.

Ход колесный 3 с гидроцилиндром предназначен для транспортировки плуга, а также для установки и поддержания заданной глубины вспашки последними корпусами передней секции и первыми корпусами задней секции плуга.

Опорное колесо 4 с механизмом регулировки глубины вспашки предназначено для установки и поддержания глубины пахоты последнего корпуса.

На несущей 6 и задней балке 7 попарно установлены правообращающие и левообращающие корпуса плуга с рессорными предохранителями с ша-

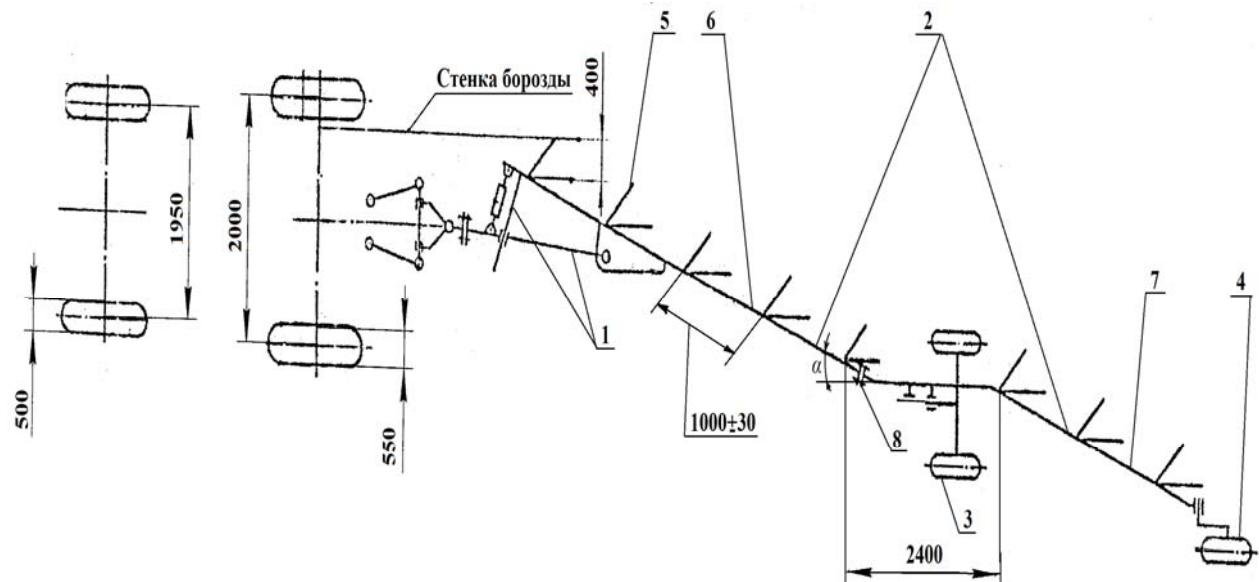


Рисунок 1. Схема агрегатирования плуга ПОП-8-40К с трактором Беларус 3022:

1 – тяговая балка вместе с механизмом оборота и навеской; 2 – основная рама; 3 – ход колесный; 4 – опорное колесо; 5 – правообращивающий корпус; 6 – несущая балка; 7 – задняя балка; 8 – ось; а – угол поворота несущей балки относительно продольной оси агрегата

гом по раме 1000 мм. Между пятым и шестым корпусами плуга расстояние не менее 2400 мм. Несущая 6 и задняя 7 балки повернуты относительно продольной оси на угол α .

Перед проходом первой борозды плуг из транспортного положения с помощью механизма оборота переводят в рабочее положение. Глубину пахоты устанавливают рукояткой САР, изменяя положение нижних тяг навески трактора и регулятором глубины хода колесного 3, а также изменением положения регулируемых упоров опорного колеса 4. На втором проходе корректируют глубину пахоты таким образом, чтобы рама не имела перекоса в поперечном направлении и была параллельна поверхности почвы. При этом перекосы рамы в поперечном направлении устраняются регулировкой вертикальных раскосов навесной системы трактора и регулировочными болтами механизма оборота. Параллельность рамы относительно поверхности почвы обеспечивается механизмами регулировки глубины вспашки, рассмотренными ранее. Руководство по эксплуатации плуга предусматривает, чтобы при вспашке секция гидро-распределителя управления гидроцилиндром колесного хода 3 находилась в запертом положении.

Завод-изготовитель плуга ПОП-8-40К [4] рекомендует при пахоте использовать смешанный (позиционно-силовой) способ автоматического регулирования глубины пахоты. Это означает, что при отклонении тягового сопротивления плуга или его позиции относительно остова трактора от заданных, система автоматического регулирования (САР) гидравлической системы трактора путем подъема или опускания продольных тяг заднего

навесного устройства (ЗНУ) трактора производит коррекцию глубины вспашки, т. е. приподнимает (выглубляет) или опускает (заглубляет) плуг. Из-за особенностей конструкции плуга (рис. 1), состоящих в том, что основная рама 2 представляет шарнирное соединение несущей балки 6 и задней 7, цилиндр колесного хода 3 находится в запертом положении, при подъеме нижних тяг навески трактора поднимается только передний конец несущей балки 6. При этом она поворачивается в продольно-вертикальной плоскости относительно шарнира 8 по часовой стрелке (рис. 2) при выглублении на угол β или против часовой стрелки при заглублении на угол γ , а шестой, седьмой и восьмой корпуса плуга вообще не реагируют на работу САР. Каждый из первых пяти корпусов выглубится или заглубится на разную глубину. В порядке убывания их значений: выглубление – от $\Delta\alpha_1$ до $\Delta\alpha_5$ и заглубление – от $\Delta\beta_1$ до $\Delta\beta_5$.

Из-за малых значений углов поворота несущей балки $\sin \beta \approx \sin \gamma \approx 0$, а $\cos \beta \approx \cos \gamma \approx 1$.

Используя теорему подобия треугольников и учитывая, что расстояние между корпусами плуга одинаково, получим, что при выглублении (заглублении) первого корпуса на $\Delta\alpha_1$ ($\Delta\beta_1$) выглубление (заглубление) второго корпуса примерно составит $3/4 \Delta\alpha_1$ ($3/4 \Delta\beta_1$), третьего – $1/2 \Delta\alpha_1$ ($1/2 \Delta\beta_1$), четвертого – $1/4 \Delta\alpha_1$ ($1/4 \Delta\beta_1$). Выглубление (заглубление) пятого корпуса плуга из-за близости расположения его к оси шарнира 1 будет близким к нулю.

Тяговое сопротивление R плуга на горизонтальном участке можно определить как

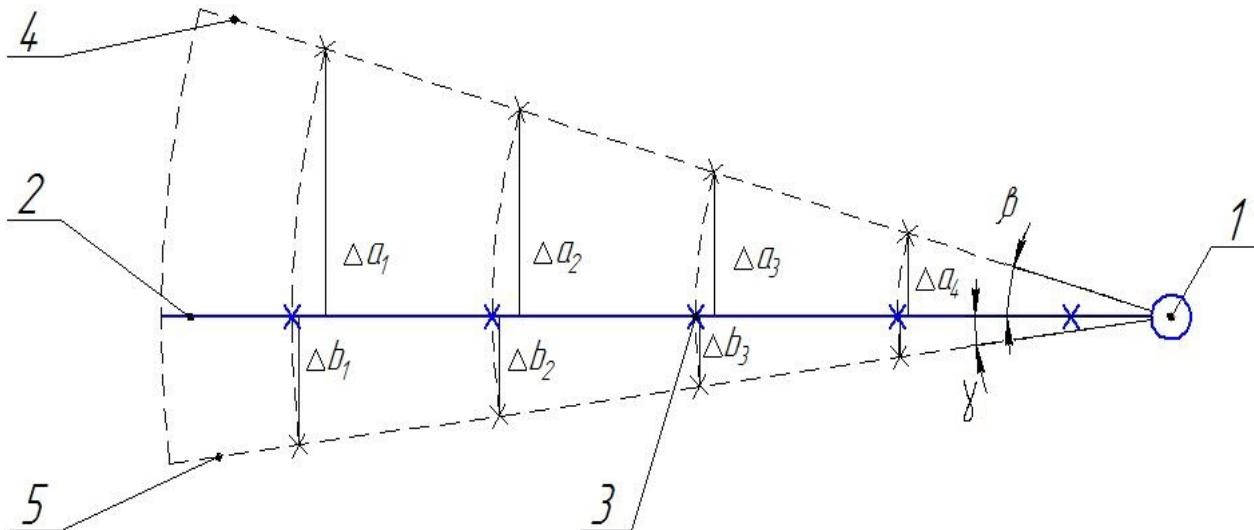


Рисунок 2. Схема поворота несущей балки вместе с корпусами плуга при работе САР:

1 – ось шарнира; 2 – несущая балка, расположенная параллельно поверхности почвы; 3 – место крепления корпусов плуга к балке; 4 и 5 – соответственно положение несущей балки при выглублении или заглублении плуга с помощью САР; Δa и Δb – соответственно величина выглубления или заглубления корпусов плуга при работе САР; β и γ – соответственно угол поворота несущей балки при выглублении и заглублении плуга

$$R = \kappa \cdot a \cdot B_k, \quad (1)$$

где κ – удельное сопротивление почвы при пахоте, кПа;

a – глубина пахоты, м;

B_k – конструктивная ширина захвата плуга, м.

$$B_k = n \cdot b_k;$$

n – число корпусов плуга.

Для плуга ПОП-8-40К [3]

$$n = n_1 + n_2,$$

n_1 – число корпусов плуга, расположенных на несущей балке 6 (рис.1);

n_2 – число корпусов плуга, расположенных на несущей балке 7;

b_k – ширина захвата одного корпуса, м.

При максимально допустимой глубине вспашки плугом ПОП-8-40К в 0,27 м [3] неравномерность тягового сопротивления может достигать $\pm 30\%$. Это означает, что текущее значение R может изменяться от $0,7R$ до $1,3R$. Его увеличение или уменьшение происходит пропорционально изменению κ . Для стабилизации R САР приподнимает или опускает плуг, что подробно рассмотрено ранее (рис.1, 2).

Заглубление или выглубление корпусов плуга не может изменить значение κ . Следовательно, уменьшить R при увеличении κ можно только уменьшением площади поперечного сечения обрабатываемого пласта. Пусть тяговое сопротивление R плуга увеличилось в m раз. Для его уменьшения САР приподнимает (выглубляет) плуг, чтобы площадь поперечного сечения S_2 пласта (на рис.3 заштрихована) стала меньше площади $a \cdot B_k = S_1$ в m раз, т. е.

$$m = \frac{S_1}{S_2}. \quad (2)$$

Пользуясь данными по плугу ПОП-8-40К и учитывая вышеизложенное, можно определить площадь S_2 отваливаемого пласта после коррекции глубины пахоты

$$S_2 = \kappa [(n_1 + n_2)a - 2,5\Delta a_1].$$

Тогда

$$m = \frac{a(n_1 + n_2)}{a(n_1 + n_2) - 2,5\Delta a_1}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим, что

$$\Delta a_1 = \frac{a(m-a)(n_1 + n_2)}{2,5m}. \quad (4)$$

В таблице 1 приведены значения Δa для передней секции плуга ПОП-8-40К при $m=1,1; 1,2$ и $1,3$ при $a=0,27\text{м}$, $\kappa=0,4\text{м}$, $n_1=5$ и $n_2=3$.

Таким образом, использование САР для работы рассматриваемой конструкции плуга (рис. 1) не приводит к железному результату по сохранению постоянства глубины пахоты за счет поддержания постоянным тягового сопротивления плуга. САР обеспечит постоянным значение тягового сопротивления, но глубина пахоты каждым корпусом будет разной. Например, при увеличении R в 1,3 раза первый корпус должен быть выглублен почти на 0,2 м, т.е. на 70 %, а четвертый – всего на 0,05 м ($\Delta a_4 = \frac{1}{4}\Delta a_1$) или на 18 %. Использование позиционного способа регулирования глубины пахоты как и смешанного в пред-

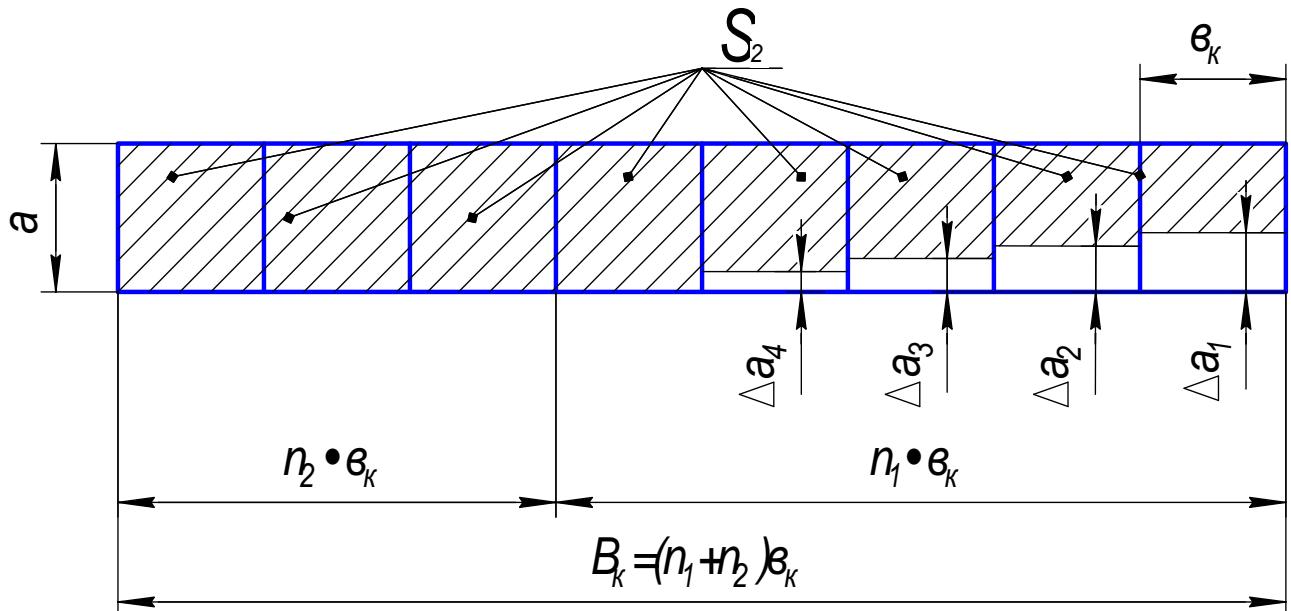


Рисунок 3. Поперечное сечение пласта

ставленной конструкции плуга (рис. 2) будет давать такой же эффект, как и при силовом способе.

Таблица 1. Значения выглубления Да корпусов передней секции плуга при увеличении тягового сопротивления R

Значение m	Значение Да, м				
	№ корпуса				
	1	2	3	4	5
1,1	0,078	0,058	0,039	0,019	0
1,2	0,144	0,108	0,072	0,036	0
1,3	0,199	0,149	0,099	0,050	0

Устранить отмеченный недостаток плуга можно установкой в передней части плуга опорного колеса с регулированием его положения по высоте. Однако в этом случае плуг станет полуприцепным, что сделает невозможным использование САР трактора и автоматического регулирования положения корпусов плуга в зависимости от изменения его тягового сопротивления в процессе пахоты. В этом случае, как показывает практика, снижается качество вспашки и значительно возрастают энергозатраты на пахоту.

Заключение

1. С увеличением единичной мощности современных тракторов увеличивается ширина захвата агрегатируемых с ними плугов.

2. Мировая тенденция – увеличение производства плугов для гладкой пахоты и, прежде всего, оборотных.

3. Относительный вес оборотных плугов почти в два раза выше веса плугов для загонной вспашки. По этой причине оборотные плуги выпускают в полунавесном варианте

4. Полунавесные отечественные и зарубежные оборотные полунавесные плуги имеют конструкцию, не позволяющую эффективно использовать возможности системы САР глубины пахоты.

5. Для эффективного использования системы САР современных тракторов при работе с указанными плугами необходимо модернизировать конструкцию плугов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачевский, Я. П. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин / Я. П. Лобачевский, Л. М. Колтина. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 86 с.

2. Колос, В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий / В.А. Колос, В.Б. Ловкис // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. – Т. 42. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства», 2008. – С. 13-19.

3. В защиту традиционного плуга / В.Я. Тимошенко [и др.] // Агропанорама, 2013. – № 3. – С. 20-23.

4. Плуг полунавесной оборотный восьмикорпусный с автоматической защитой корпусов ПОП-8-40К. Руководство по эксплуатации. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства», 2010. – 50 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 06.11.2015

МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ И УХОДА ЗА ПОСАДКАМИ ТОПИНАМБУРА И КАРТОФЕЛЯ ПРИ ГРЯДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

А.С. Воробей,

ст. научн. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук

В статье приведено описание конструкций новых машин: грядоделателя навесного ГН-1 для нарезки и формирования гряд с заданными параметрами и культиватора грядового КГ-1 для ухода за посадками топинамбура и картофеля. Описан технологический процесс их работы.

Ключевые слова: топинамбур, картофель, технология возделывания, обработка почвы, культиватор, грядоделатель.

The article describes the design of new machines: ridger attachments GN-1 for cutting and forming ridges with preset parameters and ridge cultivator KG-1 for the care of planting potatoes and Jerusalem artichoke. A technological process of their work is described.

Keywords: machines for preparation soil and care of for planters girasols and potatoes for ridger technologie produce.

Введение

Народнохозяйственное значение топинамбура велико. Во-первых, он является ценным кормом для всех видов животных, во-вторых, за последние десятилетия диапазон использования топинамбура настолько широк, что продукция, изготавливаемая из клубней и стеблей топинамбура, трудно поддается учету. Он может быть использован также в качестве добавок:

- в пищевой и кондитерской промышленности при производстве профилактических и антидиабетических продуктов и продуктов детского питания;
- в фармацевтической и медицинской промышленности при изготовлении лечебных и медицинских препаратов, в первую очередь для больных сахарным диабетом и атеросклерозом;
- в парфюмерной промышленности – для изготовления лечебно-профилактических питательных кремов и паст, губной помады, шампуней;
- в химической промышленности – для изготовления топливных спиртов, смол, пластификаторов, органических растворителей, ацетона.

Кроме того, топинамбур – биоэнергетическая культура, из которой получают продукты глубокой переработки, – заменители традиционной нефти, природного газа и угля. Это культура, которая обеспечивает экологическую чистоту окружающей среды, так как 1 га топинамбура поглощает за год 6 т углекислого газа, что в 1,5-2 раза больше, чем 1 га лиственного леса, а его мощные стебли являются хорошим сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности, поэтому 1 га топинамбура сохраняет 5 га леса при ежегодном восстановлении сырьевых ресурсов и несравненно более низких затратах на заготовку и переработку [1].

Несмотря на свою уникальную пищевую и биологическую ценность, в Беларусь топинамбур не получил должного распространения. Выращивание топинамбура занимаются лишь энтузиасты-огородники и небольшие экспериментальные хозяйства.

Картофель – важнейшая продовольственная культура, получившая название «второго хлеба». Это культура универсального назначения. В нашей стране картофель используют как пищевую, техническую и кормовую культуру. Спирт из картофеля до сих пор незаменим в фармацевтической, парфюмерной и ликероводочной промышленности. Животным скармливают нестандартные и мелкие клубни и продукты промышленной переработки картофеля (барду, мезгу). Как пропашная культура, картофель служит хорошим предшественником яровых зерновых культур.

Однако, уступая по урожайности данных культур в сравнении с высокоразвитыми странами и имея большие затраты на их возделывание, необходимо искать пути обеспечения конкурентоспособности продукции. Одним из таких путей является широкое внедрение прогрессивных технологий возделывания, основанных на использовании новых отечественных технических средств, позволяющих качественно подготовить почву под посадку и обеспечить оптимальные условия для развития в период ухода за посадками.

Поэтому целью данной работы является повышение эффективности возделывания топинамбура и картофеля при грядовой технологии возделывания на основе использования новых почвообрабатывающих машин отечественного производства.

Основная часть

Подготовка гряды для посадки топинамбура и картофеля облегчает посадку, способствует лучшему

произрастанию в рыхлой почве. Хорошо сформированные клубни вырастают правильной формы, меньше повреждаются при уборке.

Многолетними исследованиями ученых БелНИИ картофелеводства установлено, что на широкорядных посадках создаются лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности интенсивных сортов, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней за счет снижения травмирования, создается более благоприятная влажность воздуха в посевах, снижается поражение растений фитофторой [2].

Грядовая технология посадки картофеля по сравнению с распространенным в практике гребневым способом (межурядья 62, 75 см) имеет следующие преимущества:

- благодаря большему объему почвы, значительно увеличивается количество образовавшихся клубней и повышается коэффициент размножения;

- создаются лучшие условия для работы фотосинтетического аппарата, накопления вегетативной массы и урожая;

- при лучшей освещенности и циркуляции воздуха в приземном слое картофель меньше поражается грибными, вирусными болезнями и повреждается вредителями, улучшаются условия проведения фитопрочисток и защитных работ;

- урожай формируется в грядах высотой до 30-35 см над уровнем дна борозды, что предохраняет его от гибели во время дождей и создает лучшие условия для уборки с помощью комбайнов и копателей [3].

Применение широкорядной технологии позволяет повысить производительность сельскохозяйственных машин до 20 %, уменьшить плотность почвы в зоне клубнеобразования в 1,5-1,9 раза, повысить товарность картофеля, сократить расход семян при выращивании на продовольственные цели с 50 до 40-45 тыс. шт. на 1 га. Создаваемый при такой технологии водно-воздушный режим снижает пораженность растений фитофторой на 10-15 %, клубней – в 2-3 раза [4].

Данная технология позволяет при посадке, уходах за посадками и уборке использовать высокопродуктивные тракторы класса «БЕЛАРУС 1221», снизить энергозатраты при комбайновой уборке за счет уменьшения объема сепарируемой почвы на 38-44 %, снизить расход посадочного материала, а также уменьшить плотность почвы в результате минимизации проводимых обработок, повысить товарность и качество картофеля. Применение этой технологии, особенно на увлажненных почвах, позволяет повысить урожайность картофеля на 17-25 % [4].

Широкорядные и грядовые технологии являются новыми ресурсосберегающими технологиями. Потенциальная урожайность при этой технологии – более 80 т/га. При увеличении ширины межурядий с 70-75 до 90 см прирост урожайности картофеля составляет 30-45 %. Увеличивается содержание сухого

вещества в клубнях по сравнению с выращиванием с межурядьями 70-75 см. Расход топлива на единицу продукции снижается на 25 %, эффективнее используются новые энергонасыщенные тракторы [5].

Важное достоинство этой технологии – ее адаптивность к существующему шлейфу машин и высокий коэффициент размножения клубней. Производственные испытания грядовой технологии выращивания картофеля продемонстрировали их пригодность на разных типах почв: суглинистых, легкосуглинистых и супесчаных. Эта технология более устойчива к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В условиях избыточного увлажнения на грядах снижается опасность повреждения клубней в результате удушья, поскольку гнездо находится выше дна борозды, к тому же гряды меньше размываются ливневыми осадками, а в условиях засухи или в периоды высоких температур воздуха массивная гряда меньше перегревается и медленнее пересыхает, чем гребни при традиционных технологиях выращивания. Высокую эффективность эта технология показывает при специальном выращивании крупных клубней картофеля. Существенно снижаются затраты посадочного материала и труда на единицу продукции, на 20-25 % снижается себестоимость продукции. Кроме того, грядовая технология позволяет в 1,2-2 раза повысить коэффициент размножения ценного семенного материала и получить урожайность товарного картофеля на 40-80 % выше по сравнению с технологией с межурядьями 70-75 см в условиях повышенного и недостаточного увлажнения [5].

Использование грядового метода увеличивает мощность корнеобитаемого слоя и снижает уплотнение почвы, создает однородную мелкокомковатую структуру почвы, сохраняющую влагу в слое расположения клубней при недостаточном увлажнении и предотвращающую опасность переувлажнения в случае избыточных осадков, очищенную от сорняков, вредителей и возбудителей болезней, способствует развитию корневой системы и формированию большего урожая. Применяется для улучшения водно-воздушного и теплового режимов почвы на полях с равнинным рельефом в основном на тяжелых по механическому составу почвах.

Одно из главных мест в технологии возделывания топинамбура и картофеля занимает предпосадочная подготовка почвы, которая должна ориентироваться на создание благоприятных теплового и воздушного режимов.

В РУП «НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства» на базе лучших зарубежных аналогов разработали машину для инновационной грядовой технологии возделывания топинамбура и картофеля – грядоделатель навесной ГН-1, предназначенный для нарезки и формирования гряд с заданными параметрами.

Грядоделатель навесной (рис. 1) состоит из рамы 1, навески 2, грядилей 3, плугов – бороздоформирователей 4, маркеров 5.

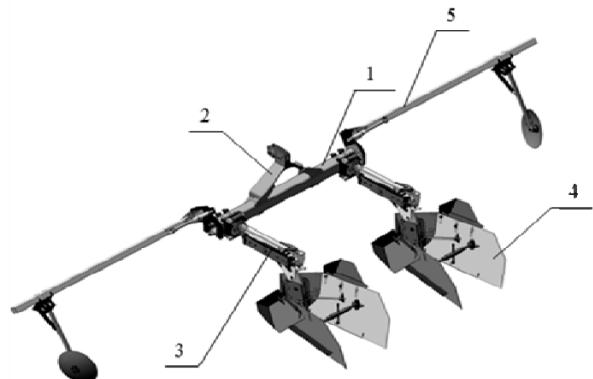


Рисунок 1. Грядоделатель навесной ГН-1:
 1-рама; 2-навеска; 3-грядили; 4-плуги- бороздофор- мирователи; 5-маркеры

Технологический процесс работы грядоделателя заключается в следующем: грядоделатель навесной с рамой 1 навешивается на трактор тягового класса 1,4 при помощи навески 2. При движении агрегата гидрофицированные маркеры 5 переводятся в рабочее положение и задают направление трактору.

Плуги-бороздоформирователи 4, установленные на грядилях 3, поднимают почву с борозды и с помощью отвалов и формирователя начинают формировать гряду с заданными параметрами согласно агротехническим требованиям. Технические характеристики грядоделателя навесного ГН-1 и BFL200 приведены в табл. 1.

Уход за посадками предусматривает уничтожение сорняков, формирование гряд с окучиванием, поддержание почвы в грядах и междуурядьях в рыхлом состоянии вплоть до уборки. Для этих целей РУП «НПЦ НАН Беларусь» по механизации сельского хозяйства предлагает навесной культиватор грядовой КГ-1 для междуурядной обработки, который дает возможность полностью разрушить поверхностную корку почвы и гарантирует удаление всех сорных растений.

Культиватор грядовой КГ-1 (рис. 2) состоит из

рамы 1, колесного хода 2, одной центральной секции с цилиндрическим ротором 3, трех крайних секций с коническими роторами 4.

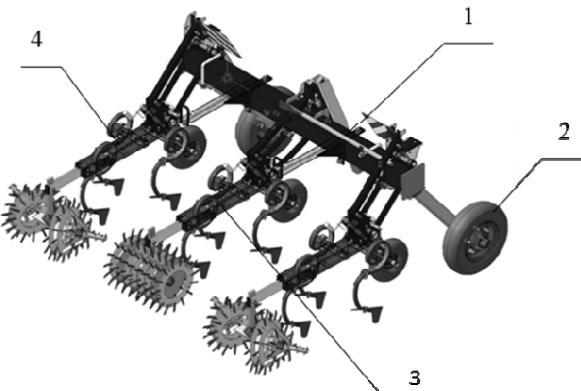


Рисунок 2. Культиватор грядовой КГ-1:
 1 –рама; 2 –ход колесный; 3- центральная секция с цилиндрическим ротором; 4 –крайние секции с ко-ническими роторами

Технологический процесс работы культиватора грядового КГ-1 следующий: культиватор навешивается на трактор тягового класса 1.4 при помощи навески 2, прочно сваренной с рамой 1. Двигаясь за трактором со скоростью до 6 км/ч, культиватор начинает удалять сорняки и присыпать гряду между растениями картофеля и топинамбура при помощи крайних секций с коническими роторами 4, в случае посадок картофеля и топинамбура по схеме одна грядка – 3 рядка (междуурядье 42 см) и одной центральной секции с цилиндрическим ротором 3, в случае посадок картофеля и топинамбура по схеме: состав одна грядка – 2 рядка – (междуурядье 75 см).

Междурядная обработка почвы плантаций топинамбура и картофеля направлена на создание рыхлого слоя почвы в междуурядьях, обеспечение свободного доступа воздуха к клубням, улучшение питательных режимов, уничтожение сорняков, сохранение и накопление влаги, усиление жизнедеятельности полезных микроорганизмов почвы. Технические характеристики культиватора грядового КГ-1 и ГН-2 приведены в табл. 2.

Таблица 1.Технические характеристики машин ГН-1 и BFL200

Показатели	Марки машин	
	ГН-1	BFL 200 (Германия)
Марка грядоделателя		
Тип грядоделателя	навесной	навесной
Рабочая скорость, км/ч	4-6	7-8
Производительность за 1 час, не более, га:		
основного времени	0,6 –0,9	0,6 –0,9
сменного времени	0,4-0,6	0,4-0,6
эксплуатационного времени	0,5-0,8	0,5-0,8
Масса конструкционная, не более, кг	1450	2000
Ширина гряды, см	150	150

Таблица 2. Технические характеристики машин КГ-1 и ГН-2

Показатели	Марки машин	
Марка культиватора	КГ-1	ГН-2 «Grimme» Германия
Тип культиватора	навесной	навесной
Ширина междурядий, см	42, 75	75, 90
Количество обрабатываемых рядков в гряде при ширине междурядий: 42 см 75 см	1/3 1/2	1/3 1/2
Рабочая ширина захвата, м	1,5	1,5
Ширина колеи, м	1,8	1,8
Рабочая скорость, км/ч	8 км/ч	8 км/ч
Производительность за 1 час, не более, га: основного времени сменного времени эксплуатационного времени	1,44 га 0,7 га 0,62 га	1,44 га 0,7 га 0,62 га
Масса конструкционная, не более, кг	1150	1350

Выводы

Применение грядоделателя навесного ГН-1 и культиватора грядового КГ-1 обеспечит требуемое качество подготовки почвы под посадку топинамбура и картофеля и качественный уход за посадками. Освоение производства таких машин позволит исключить завоз подобной дорогостоящей техники из-за рубежа и обеспечить экономию валютных средств.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Горный, А.В. Технология возделывания топинамбура на семенные цели / А. В. Горный: науч.-методич. пособ. – Минск, 2000. – 33 с.

2. Корнеплоды и клубнеплоды. Широкорядные технологии возделывания картофеля [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/korneplody-i-klubneplody/128-kartofel/1497->

shirokoryadnye-tehnologii-vozdelyvaniya-kartofelya.html. – Дата доступа: 17.08.2015.

3. Ступин, В.М. Совершенствование грядовой технологии возделывания картофеля на Дальнем Востоке / В.М. Ступин, С.А. Клевцова, Л.М. Рубцов // Достижения науки и техники АПК, 2010. – № 6 . – С.12-13.

4. Настольная книга картофелевода / В. Г. Иванюк [и др.]; под ред. С. А. Турко; РУП «НПЦ НАН Беларусь по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск: Рэйплац, 2007. – 191 с.: ил.

5. Прогрессивная технология производства картофеля. Применение капельного орошения и фертигации [Электронный ресурс]. – 2015. –

Режим доступа: <http://ovoschevodstvo.com/journal/browse/201304/article/876/>. – Дата доступа: 17.08.2015.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.11.2015

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

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

Журнал выходит один 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.

Стоймость подписки на 1-е полугодие 2016 года: для индивидуальных подписчиков - 123 600 руб., ведомственная подписка - 152 052 руб.

УДК 664.8

НОВЫЕ ПРОДУКТЫ, ОБОГАЩЕННЫЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

М.А. Прищепов,

проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ БГАТУ, докт. техн. наук, доцент

Е.С. Пашкова,

преподаватель каф. менеджмента и маркетинга БГАТУ

Л.А. Расолько,

доцент каф. технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ, канд. биол. наук, доцент,

В.В. Маркевич,

ст. преподаватель каф. основ научных исследований и проектирования БГАТУ

Л.П. Сможевская,

научный сотрудник НИЛ пищевых продуктов БГАТУ

И.А. Дембицкая,

нач. сектора научно-исследовательских работ и сертификации концерна «Белгоспищепром», канд. биол. наук

В статье представлены результаты научных исследований по разработке новых видов консервов на овощной основе, обогащенных прудовой рыбой.

Ключевые слова: консервы на овощной основе, эссенциальные ингредиенты, прудовая рыба, пищевая и биологическая ценность, технические условия.

The article presents the results of the studies on the development of new kinds of canned vegetable based, enriched with fish pond.

Keywords: canned vegetable based, essential ingredients that pond fish, food and biological value, the technical conditions.

Введение

Анализ белорусского рынка функциональных и специализированных пищевых продуктов свидетельствует о том, что в последнее время все большую популярность у потребителей приобретают продукты, обогащенные функциональными нутриентами, позиционируемые покупателями как продукты здорового питания. Требования к таким продуктам включают в себя безопасность, пищевую ценность, пользу для здоровья, что и отличает их от традиционных. Еще в 1999 году Международный институт наук о жизни (International Life Science institute) применительно к пользе для здоровья продуктов, обогащенных эссенциальными нутриентами, предложил шесть основных категорий, классифицирующих корректирующие функции организма. Это – влияние на рост, развитие и дифференциацию организма; метаболизм основных веществ; защита от окислительного стресса; деятельность сердечно-сосудистой системы; воздействие на физиологию и функции желудочно-кишечного тракта [1].

Обогащение пищевых продуктов эссенциальными ингредиентами связано с решением двуединой задачи – совместить удовлетворение биологической эффективности продукта с соблюдением основных

технологических принципов, определяющих конечные потребительские свойства продукта новой рецептуры. При этом основное внимание должно уделяться биологической эффективности продукта, под которой понимают совокупность характеристик, обусловливающих область их воздействия на физиологические функции организма.

Продукты, обладающие антиоксидантной активностью, пониженной калорийностью и достаточно высокой биологической ценностью, имеют особое предпочтение. Получить новые функциональные продукты питания можно путем создания многокомпонентных изделий, содержащих в своем составе растительные и животные ингредиенты, обогащающие и взаимодополняющие друг друга.

Основная часть

Производство продуктов питания из плодового и овощного сырья с повышенным содержанием эссенциальных ингредиентов имеет свои особенности, связанные со специфичностью состава готовой продукции, подготовкой сырья к ее изготовлению, затратами энергоносителей и ресурсов.

В настоящее время в плодовоовощной консервной отрасли пищевой промышленности нашей страны производится недостаточно консервированной про-

дукции на овощной основе с использованием прудовой рыбы. Поэтому целью данных исследований является разработка нового ассортимента и технологии производства овощных консервов с использованием прудовой рыбы (карпа и толстолобика), которая в большом количестве выращивается рыбаками страны.

Объектами исследований при выполнении работ являлись:

– сырье овощных культур, картофель, полуфабрикаты овощные асептического консервирования, крупяные изделия, рыба прудовая и вспомогательные материалы;

– опытные образцы новых видов консервов: овощи с рыбой в маринаде «Речной бриз», закуска в томатном соусе «Рыбный день», овощи с рыбой в томатном соусе «Удача рыбака», произведенные на Борисовском консервном заводе.

Предметом исследований являлись:

– технологические параметры изготовления новых видов консервированных продуктов на производственных линиях ОАО «Борисовский консервный завод»;

– теплофизические показатели процессов термической обработки сырья, полуфабрикатов, материалов, тары;

– показатели качества и безопасности конечной продукции.

В процессе своей жизнедеятельности человек любой профессии и возраста нуждается в определенном количестве энергии и пищевых веществ: белков, жиров, углеводов, микронутриентов (микроэлементы, витамины), причем, многие из них являются незаменимыми, т. е. не вырабатываются организмом. Важнейшие среди пищевых веществ – белки. Белковые молекулы участвуют во всех важнейших процессах жизнедеятельности, а взрослый человек нуждается в суточном потреблении 72 г белка (в том числе 40 г животного).

Биологическая ценность белка определяется незаменимыми аминокислотами, входящими в его состав. В связи с этим 30 % нашего суточного рациона должны составлять белки, имеющие незаменимые аминокислоты, которые содержатся в рыбе. Аминокислотная сбалансированность белка пищевого продукта должна быть приближена к эталонному белку ФАО/ВОЗ, в 1 г которого содержатся 8 незаменимых аминокислот:

- изолейцин – 40 мг;
- лейцин – 70 мг;
- лизин – 55 мг;
- метионин вместе с цистином – 35 мг;
- фенилаланин в сумме с тирозином – 60 мг;
- триптофан – 10 мг;
- треонин – 40 мг;
- валин – 50 мг.

Белки прудовой рыбы могут обеспечить вышеназванную сбалансированность в сочетании с плодово-овощной основой консервированных продуктов питания.

В тканях прудовой рыбы – карпа и тостолобика обнаружен широкий спектр протеолитических ферментов. Это катепсины – ферменты мышечной ткани,

пепсин и трипсин – ферменты пищеварительного тракта рыбы. Рыбное сырье – источник амилолитических и липополитических ферментов.

Среди основных требований, которые предъявляются к овощной продукции с добавлением рыбы, молока, круп и других компонентов, можно выделить следующие:

– повышенная пищевая и биологическая ценность (за счет белка, витаминов, минеральных веществ);

– обеспечение щадящего воздействия на слизистую органов пищеварения (продукты не должны ухудшать здоровье человека с хроническими заболеваниями);

– практичность (удобная упаковка, расфасовка, удобство в приготовлении и подаче продукта на стол);

– положительное эргономическое и эстетическое восприятие продукта (за счет привлекательного внешнего вида, вкуса, дизайна упаковки);

– относительно невысокая стоимость (за счет изготовления продукта из местного сырья, комбинированного по составу).

В числе рецептурных компонентов овощных консервов с добавлением рыбы присутствуют жирные кислоты. Качество жира определяется структурными характеристиками жирных кислот – насыщенных и ненасыщенных. Наиболее ценными среди жирных кислот являются ненасыщенные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая. Они входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей и выполняют в организме человека ряд важных функций по нормальному росту и обмену веществ, по обеспечению эластичности сосудов. При полном отсутствии ненасыщенных жирных кислот в питании наблюдается прекращение роста, некротическое поражение кожи, изменение проницаемости капилляров [2]. Линолевую, линоленовую и арахидоновую кислоты объединяют в витаминный фактор «Р», недостаток которого приводит к болезням человека. Жир продукта оценивается и по отношению насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Лучшее соотношение жирных кислот в обычном рационе питания человека следующее: насыщенные жирные кислоты – 30 %, ненасыщенные жирные кислоты – 70 %. Добавление в рецептуру овощных консервов прудовой рыбы способствует поддержанию этого соотношения в требуемых величинах. Такой подход к созданию ассортимента овощной продукции с добавлением прудовой рыбы сладит недостаточное по сравнению с физиологическими нормами питания потребление рыбы населением республики. Кроме того, экономическая доступность рыбной продукции для населения будет связана со снижением ее себестоимости за счет замены части рыбного сырья ингредиентами растительного происхождения – прежде всего свежими овощами, а также крупами (перловой, рисовой и др.). Разработка рыборастительных пищевых композиций позволяет не только повысить экономическую эффективность производства, но и создавать продукты с регулируемым

химическим составом, биологической ценностью, функционально-технологическими свойствами.

В условиях постоянного сокращения уловов океанической рыбы, когда рыбные запасы находятся в критическом состоянии, аквакультура – единственный надежный источник увеличения объемов пищевой рыбопродукции и, следовательно, гарант продовольственной безопасности Республики Беларусь. Использование карпа и толстолобика в рецептурах рыборастительных консервов имеет ряд преимуществ:

- возможность одновременной поставки одноразмерной продукции, что значительно облегчает переработку;
- контроль выращивания, лечения и предупреждения болезней карпа и толстолобика, что связано с показателями безопасности конечной продукции;
- прижизненное формирование необходимых физико-химических и технологических характеристик сырья;
- планирование содержания отдельных компонентов сырья в соответствии с требованиями технологии его переработки и биологической ценностью качественного и безопасного конечного продукта [3].

Новый пищевой продукт будет особенно ценным, если он обладает антиоксидантным действием. Системы, предотвращающие и прерывающие процессы окисления, называют антиоксидантами.

В настоящее время ведутся интенсивные исследования антиокислительной силы пищевых продуктов. Среди них выделяют, прежде всего, такие, в состав которых входят овощи и продукты их переработки. Отсюда появилось сравнительно новое направление в технологии пищевых производств – обогащение рецептур пищевых продуктов добавками, имеющими направленное антиоксидантное действие. Ряд исследований в этом направлении подтвердили перспективность научного подхода к созданию пищевых продуктов с антиоксидантным действием за счет введения в рецептуру добавок сырья с антиокислительными свойствами.

При разработке схем производства новых видов консервов с повышенным содержанием эссенциальных ингредиентов были учтены реальные условия производства на предприятии-изготовителе. Разработка технологических схем и инструкций включала анализ материально-технической базы предприятия, анализ сырьевой зоны, качества и безопасности используемого сырья, анализ различных вариантов ведения технологических процессов с учетом их влияния на сохраняемость натуральных биологически активных веществ в готовом продукте, технохимический и микробиологический контроль качества опытно-промышленных образцов конечной продукции. При изготовлении новых видов консервов использовали свежее сырье и полуфабрикаты, а также заготовленные в сезон замороженные или соленые овощи, пюре-полуфабрикаты асептического консервирования. Технологический процесс производства продукции из полуфабрикатов состоит из следующих операций:

- приемки полуфабрикатов по количеству и качеству;
- дефростации полуфабрикатов, высыпывания со специями, резки, тепловой обработки;
- подготовки каждого компонента в соответствии с требованиями ТНПА и отмеривании ингредиентов в соответствии с рецептограммами;
- подготовки тары, крышек, вспомогательных материалов;
- подготовки и стерилизации консервов, оформлении готовой продукции.

При использовании свежего сырья технологический процесс включает в себя операции по приемке, хранению и подготовке всех видов сырья и вспомогательных материалов:

- приемку всех видов сырья по количеству и качеству в соответствии с требованиями ТНПА;
- подготовку овощного сырья (мойка 1-я, 2-я, инспекция, сортирование, очистка и доочистка, резка, тепловая обработка);
- подготовку плодового сырья (мойка, инспекция, при необходимости – измельчение);
- подготовку зелени (инспекция, мойка, резка);
- подготовку рыбного сырья;
- подготовку крупяных изделий (просеивание с магнитоуловителем, мойка, тепловая обработка);
- подготовку специй и других компонентов (томатная паста – протирание, масло растительное – фильтрование);
- отмеривание и смешивание всех компонентов по рецептограммам, при необходимости – их подогрев и варка;
- подготовку тары и крышек, фасование и укупоривание;

– стерилизацию, этикетирование и упаковывание.

При подготовке картофеля, тыквы и моркови, используемых в свежем виде, применяется действующая схема подготовки овощей на поточных технологических линиях предприятия.

На основании исследований, выполненных в производственных условиях, разработана технологическая инструкция производства консервированной плодовоовощной продукции с повышенным содержанием эссенциальных ингредиентов за счет добавления прудовой рыбы.

Органолептические и физико-химические показатели новых консервов, содержащих карп с овощами, представлены в таблицах 1, 2.

Показатели качества овощных консервов с прудовой рыбой, а также их безопасность соответствуют санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам, утвержденным Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

На основании проведенных исследований были разработаны, согласованы, утверждены в установленном порядке и включены в комплект ТНПА:

- технические условия – ТУ ВУ 600034211.004 – 2012, которые распространяются на консервы овощерыбные, изготавливаемые из подготовленных соответствующим образом филе прудовой рыбы и свежих овощей или их полуфабрикатов, с добавлением или

**Таблица 1.Органолептические показатели
качества консервов, содержащих рыбу**

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид, вкус	Смесь нарезанных, пассерованных овощей, филе прудовой рыбы, уложенных рядами в заливке, маринаде или соусе. Куски рыбы цельные, их количество не нормируется. При использовании крупы – смесь разваренной крупы с кусочками рыбы и соуса. Вкус приятный, свойственный смеси использованного сырья после тепловой обработки, без постороннего привкуса.
Запах	Приятный, свойственный смеси использованного сырья после тепловой обработки, без постороннего запаха.
Консистенция	Овощей, крупы – мягкая, но не жесткая; рыбы – от сочной до плотной, Заливка однородная, может быть незначительное желирование.
Цвет	Свойственный используемому сырью после тепловой обработки

**Таблица 2. Физико-химические показатели
качества консервов, содержащих рыбу**

Наименование показателя	Значение
Массовая доля сухих веществ, % не менее	15,0
Массовая доля поваренной соли, %	1,2-3,0
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на используемую кислоту), %	0,2-0,6
Массовая доля жира, % не менее	4,0
Массовая доля рыбы, % не менее:	12,0
Минеральные примеси	Не допускаются
Примеси растительного происхождения	Не допускаются

без добавления крупы и других компонентов, залитых заливкой, маринадом или соусом, фасованных в стеклянные банки, герметически укупоренные, стерилизованные и предназначенные для реализации и непосредственного употребления в пищу. В ТУ включен следующий ассортимент: овощи с рыбой в томатном соусе «Удача рыбака», овощи с рыбой в маринаде «Речной бриз», закуска «Рыбный день»;

На Борисовском консервном заводе по разработанной нормативной документации было изготовлено 3,2 туб овощерыбных консервов новых видов, обозначенных выше. В течение 2014 года вся товарная продукция была успешно реализована в торговой сети г. Борисова и г. Минска. Следует отметить, что в процессе реализации новой продукции с прудовой рыбой в магазинах г. Борисова и г. Минска были проведены открытые дегустации – презентации для покупателей. При проведении таких дегустаций покупатели положительно оценили продукцию по вкусовым качествам и даже вносили свои предложения по расширению ассортиментной линейки таких товаров.

Заключение

При разработке технологии производства новых видов продуктов, обогащенных эssенциальными нутриентами, выявлены важнейшие этапы технологической обработки сырья, определяющие максимальную сохранность в нем биологически ценных веществ.

В консервном цеху завода оборудован технологический участок по подготовке сырья для производства новых видов консервов и изготовлена ванна с барботажным устройством для дефростации рыбного сырья, также изготовлен специальный разделочный стол для рыбы.

В производственных условиях уточнены все потери и отходы и разработаны нормы расхода сырья и материалов при производстве новой продукции. Полученные результаты использованы при составлении рецептур на новую продукцию. Разработаны режимы стерилизации консервов новых видов. Разработаны, согласованы и утверждены в установленном порядке комплекты ТНПА на новую продукцию.

Новая продукция трех наименований овощерыбных консервов – закуска в томатном соусе «Рыбный день», овощи с рыбой в маринаде «Речной бриз», овощи с рыбой в томатном соусе «Удача рыбака» пользовалась повышенным спросом у потребителей. Этому способствовал маркетинговый прием по проведению открытой дегустации – презентации для покупателей в магазинах, где продавалась продукция.

Исследования рынков сбыта в Республике Беларусь показали востребованность новой продукции, обогащенной эssенциальными нутриентами, однако

целью любого производителя является не только производство, но и реализация продукции конечному потребителю. Продукт, обогащенный эssенциальными нутриентами, будет реализован, если он будет полностью отвечать потребностям покупателей, а его успешному сбыту будут способствовать качество и безопасность, а также мероприятия, направленные на стимулирование продаж (дегустации, скидки, акции).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Покровский, А.М. Химический состав пищевых продуктов: справоч. таблицы / А.М. Покровский. – М.: Пищевая промышленность, 2007. – С. 50.
- Определение флавоноидов в овощах и фруктах и принципы создания расчетной базы данных для оценки потребления флавоноидов населением / Э.П. Мартинчик [и др.] // Вопросы питания, 2006. – № 6. – С. 34-37.
- Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев. – СПб: ГИОРД. – 609 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.11.2016

УДК 536.27

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ

А.Г. Щубанов,

доцент каф. энергетики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент,

А.Л. Синяков,

*профессор каф. технической эксплуатации авиационного оборудования
Белорусской государственной академии авиации, канд. техн. наук, доцент,*

И.А. Щубанов,

ст. преподаватель каф. энергетики БГАТУ

Рассмотрены методы повышения эффективности кожухотрубчатых теплоутилизаторов путем изменения режимных и геометрических параметров.

Ключевые слова: эффективность, кожухотрубчатый теплоутилизатор, диаметр, длина труб.

The methods of increasing the efficiency of shell and tube exchangers by changing the regime and geometrical parameters are examined.

Keywords: efficiency, shell and tube exchangers, diameter, pipe length.

Введение

К энергосберегающим мероприятиям в сельскохозяйственных производственных помещениях относится утилизация теплоты удаляемого из помещений воздуха [1-3]. За счет подогрева в теплоутилизаторах (ТУ) приточного воздуха, подаваемого в помещения, обеспечивается снижение потребления тепловой энергии системами отопления и вентиляции на 30-60 %.

ТУ, предназначенные для использования в запыленной и агрессивной воздушной среде сельскохозяйственных производственных помещений, должны быть простыми по конструкции, надежными при эксплуатации, характеризоваться достаточно высокой эффективностью работы и надежным разделением воздушных потоков, иметь свободный доступ к теплообменным поверхностям для их очистки от загрязнений. При этом желательно предусмотреть возможность изготовления теплообменных поверхностей из неметаллических материалов, не подверженных коррозии со стороны агрессивной воздушной среды.

Наибольшее распространение получили пластинчатые теплоутилизаторы (ПТУ), при изготовлении которых обычно используют стальные или алюминиевые пластины малой толщины. Однако они предназначены для помещений с малозапыленной воздушной средой [2, 3]. Для возможности их применения в помещениях с запыленной воздушной средой необходимо устанавливать воздушные фильтры на входе запыленного вытяжного воздуха в ТУ.

Кожухотрубчатые теплоутилизаторы (КТУ) в основном отвечают вышеприведенным требованиям.

Проблема разработки КТУ заключается в обеспечении высокой эффективности их работы при приемлемых габаритах и материалоемкости. КТУ сущ-

ественно уступают ПТУ по компактности: их удельная поверхность теплообмена в единице объема не более 100 м^{-1} , а в ПТУ – до 300 м^{-1} . Однако большая удельная поверхность в ПТУ объясняется малой шириной каналов (щелей) между пластинами. Ширина каналов – 2-4 мм способствует быстрому забиванию каналов пылью и другими отложениями, что и приводит к необходимости установки воздушных фильтров. Это типичный пример, когда недостатки являются продолжением достоинств.

В работах [4-6] приведены расчетные уравнения, характеризующие эффективность теплообменников (в том числе и теплоутилизаторов). Однако не установлена зависимость эффективности от режимных и геометрических параметров, к которым в случае использования КТУ следует отнести скорости воздушных потоков, диаметр и длину труб и др.

Цель работы – выполнить анализ эффективности КТУ и установить влияние геометрических и режимных параметров на эффективность КТУ.

Основная часть

Эффективность пластинчатых и кожухотрубчатых ТУ характеризуется коэффициентом эффективности. Коэффициент эффективности определяется как доля тепловой мощности (теплопроизводительности) ТУ от максимально возможной тепловой мощности (теплопроизводительности), достигаемой в ТУ с бесконечно большой поверхностью теплообмена при противоточной схеме движения вытяжного и приточного воздуха.

Исходя из конструктивных соображений, наиболее приемлемой в КТУ является конструктивная схема с перекрестным током теплоносителей (в данном

случае вытяжного и приточного воздуха). Представляется целесообразным сопоставить эффективность КТУ при перекрестном токе и при противотоке, при котором достигается наибольшая эффективность.

Для КТУ в условиях перекрестного тока и подачи вытяжного воздуха в трубы воспользуемся зависимостью [4]:

$$\varepsilon = 1 - \exp\left(-\frac{\Gamma W_{\max}}{W_{\min}}\right), \quad (1)$$

где ε – коэффициент эффективности;

Γ – характерный параметр;

W_{\max} и W_{\min} – водяной эквивалент, наибольший и наименьший из двух водяных эквивалентов теплоносителей, Вт/К.

Водяные эквиваленты определяются произведениями удельной изобарной теплоемкости на массовый расход.

При этом:

– для вытяжного воздуха как горячего теплоносителя

$$W_{\max} = \xi c_{p1} m_{t1}, \quad (2)$$

где ξ – коэффициент влаговыпадения на поверхности теплообмена при охлаждении удаляемого вытяжного воздуха;

c_{p1} – удельная изобарная теплоемкость вытяжного воздуха, Дж/(кг·К);

m_{t1} – массовый расход вытяжного воздуха, кг/с;

– для приточного воздуха как холодного теплоносителя

$$W_{\min} = c_{p2} m_{t2}, \quad (3)$$

где c_{p2} – удельная изобарная теплоемкость приточного воздуха, Дж/(кг·К); m_{t2} – массовый расход приточного воздуха, кг/с.

Характерный параметр

$$\Gamma = 1 - \exp\left(-NW_{\min} / W_{\max}\right), \quad (4)$$

где N – число единиц переноса (ЧЕП), определяемое как

$$N = \frac{kA}{W_{\min}}, \quad (5)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); A – площадь поверхности теплообмена, м².

В расчетах пользуются отношением водяных эквивалентов:

$$w = \frac{W_{\min}}{W_{\max}}. \quad (6)$$

Наибольшей эффективностью обладает противоточная схема [5]:

– при $w \neq 1$

$$\varepsilon_{\leftrightarrow} = \frac{1 - \exp[-N(1-w)]}{1 - w * \exp[-N(1-w)]}, \quad (7)$$

– при $w = 1$

$$\varepsilon_{1,\leftrightarrow} = \frac{N}{1 + N}. \quad (8)$$

В условиях работы КТУ в отопительно-вентиляционных системах равны массовые расходы и удельные изобарные теплоемкости приточного и вытяжного воздуха. Из уравнений (2) и (3) следует, что отношение водяных эквивалентов обратно пропорционально коэффициенту влаговыпадения:

$$w = 1 / \xi.$$

Коэффициент влаговыпадения определяет увеличение теплоотдачи в условиях «мокрого» теплообмена при конденсации водяных паров из состава влажного воздуха. В практике инженерных расчетов его принято принимать в пределах от 1 до 2,5. В случае «сухого» теплообмена без выпадения влаги $\xi = 1$.

Пользуясь уравнениями (1), (4), (7) и (8), выполним расчет коэффициентов эффективности КТУ (рис. 1).

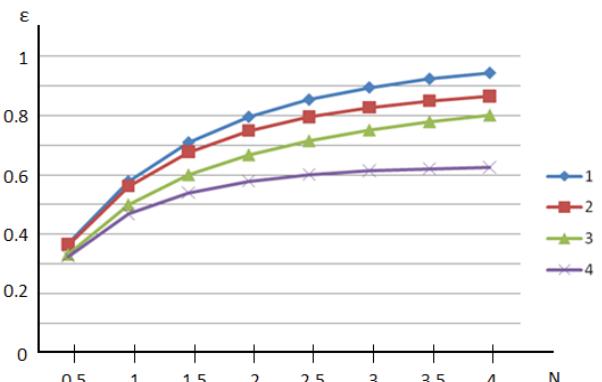


Рисунок 1. Коэффициент эффективности КТУ в зависимости от ЧЕП:

1 – противоток при $\xi = 2,5$; 2 – перекрестный ток при $\xi = 2,5$; 3 – противоток при $\xi = 1$; 4 – перекрестный ток при $\xi = 1$

Исходя из приведенных на рис. 1 графиков, можно заключить:

– коэффициент эффективности при увеличении ЧЕП от 0,5 до 2 увеличивается в 2-2,7 раза, а при увеличении ЧЕП от 2 до 4 – на 10-30 %;

– коэффициенты эффективности при противотоке больше по сравнению с перекрестным током, это различие увеличивается с ростом ЧЕП и уменьшается при увеличении влаговыпадения;

– влияние влаговыпадения на коэффициент эффективности проявляется в большей мере при возрастании ЧЕП;

– с уменьшением ЧЕП графики сближаются, и при $N=0,5$ для рассмотренных условий работы КТУ коэффициент эффективности $\varepsilon \approx 0,35$.

Отсюда вытекают два важных вывода:

– в наиболее холодный период, который является расчетным режимом работы КТУ и для которого характерны значительные влаговыпадения, значения эффективности КТУ при перекрестном токе и при противотоке достаточно близки друг к другу;

– целесообразно ограничиться увеличением ЧЕП до значений не более 2, т.к. дальнейшее его увеличение не существенно сказывается на эффективности КТУ, но приводит к существенному увеличению площади поверхности теплообмена, материоемкости и стоимости КТУ.

При разработке КТУ следует использовать конструктивную схему с шахматным трубным пучком, одноходовую, с перекрестным током и вертикальными трубами. Движение вытяжного воздуха внутри труб в направлении сверху вниз, а приточного – в горизонтальном направлении между трубами [7].

С целью анализа эффективности КТУ необходимо получить зависимость величины ЧЕП от режимных и геометрических параметров.

В формуле (5) используем уравнения для расчета:

– коэффициента теплопередачи [7]:

$$k = 2,3 \mu_{cm} \xi^{0,64} w_1^{0,512} w_2^{0,216} d_1^{-0,272}, \quad (9)$$

где $\xi^{2,3}$ – размерный коэффициент, $\text{кг}/(\text{К}\cdot\text{м}^{0,456}\cdot\text{с}^{2,272})$;

μ_{cm} – коэффициент загрязнения;

w_1 – скорость вытяжного воздуха внутри труб, м/с;

w_2 – скорость приточного наружного воздуха в самом узком поперечном сечении пучка, м/с;

d_1 – внутренний диаметр труб, м;

– площади поверхности теплообмена труб малой толщины:

$$A = \pi d_1 H n, \quad (10)$$

где H – рабочая высота (длина) труб, м;

n – число труб;

– меньшего значение водяного эквивалента с учетом равенства массовых расходов приточного и вытяжного воздуха:

$$W_{min} = 0,25 c_{p2} \rho_1 w_1 \pi d_1^2 n, \quad (11)$$

где ρ_1 – плотность вытяжного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$.

После подстановки уравнений (9), (10) и (11) в формулу (5) находим:

$$N = 9,2 \frac{\mu_{cm} \xi^{0,64} w_2^{0,216} H}{c_{p2} \rho_1 w_1^{0,488} d_1^{1,272}}. \quad (12)$$

Наибольшее влияние на значение ЧЕП оказывают геометрические параметры – диаметр и высота труб.

От диаметра труб зависят и коэффициент теплопередачи, и число труб, и поверхность теплообмена, и материаломкость КТУ. Уменьшение диаметра труб в 2 раза при прочих равных условиях (в том числе и при неизменном расходе воздуха) сопровождается увеличением ЧЕП в 2.4 раза, числа труб в 4 раза, поверхности теплообмена в 2 раза и материаломкости примерно в 2 раза при равной толщине труб в первом и втором случае.

Значение ЧЕП прямо пропорционально высоте труб, которая определяет площадь поверхности теплообмена.

В меньшей степени на ЧЕП влияют режимные параметры – коэффициенты загрязнения и влаговыпадения, скорости воздушных потоков,

Выпадение влаги на внутренней поверхности труб неразрывно связано с условиями работы КТУ (температурным и влажностным режимом, расходами воздуха и тепловой мощностью). Коэффициент влаговыпадения определяется условиями тепло- и маскообмена между удалаемым вытяжным воздухом и поверхностью труб.

Скорость приточного воздуха при поперечном обтекании труб не оказывает существенного влияния на ЧЕП, ее увеличение в 2 раза приводит к увеличению ЧЕП на 16 %.

Увеличение скорости воздуха в трубах w_1 сопровождается уменьшением ЧЕП и числа труб, при этом уменьшение числа труб происходит в большей степени по сравнению с уменьшением ЧЕП. Следует отметить, что при принятом расходе воздуха число труб задано диаметром труб и скоростью удалаемого вытяжного воздуха в трубах. Тем самым во многом определены габариты и материаломкость КТУ.

С целью снижения габаритов КТУ следует стремиться к увеличению скорости воздуха в трубах до максимального значения, определяемого из условия допустимого аэродинамического сопротивления воздушного тракта КТУ.

Выполним расчет по уравнению (12), принимая: $c_{p2} = 1010 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ при средней температуре приточного воздуха – 10°C , и $\rho_1 = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$ при средней температуре вытяжного воздуха 10°C [8], а также средние значения $\mu_{cm} = 0,75$; $\xi = 1,7$; $w_2 = 8 \text{ м}/\text{с}$ и $w_1 = 10 \text{ м}/\text{с}$.

Результаты расчета представлена на рис. 2.

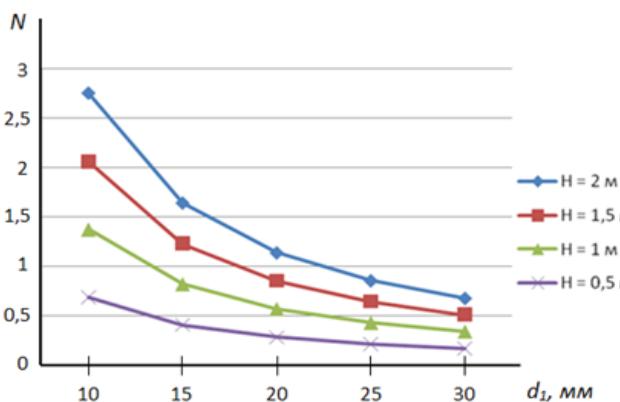


Рисунок 2. Число единиц переноса КТУ в зависимости от диаметра и высоты труб

Значительное увеличение N происходит при уменьшении диаметра труб и увеличении их высоты.

Для достижения $N > 1$ необходимо использовать трубы диаметром не менее 20 мм и высотой более 1 м.

Значительное увеличение N происходит при уменьшении диаметра труб и увеличении их высоты.

Влияние геометрических параметров на коэффициент эффективности КТУ представлено на рис. 3.

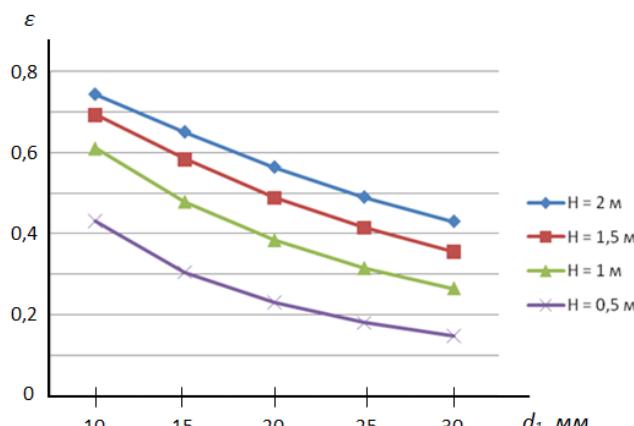


Рисунок 3. Коэффициент эффективности КТУ в зависимости от диаметра и высоты труб

При этом коэффициент эффективности рассчитывался по формуле (1) с учетом расчетов ЧЕП по уравнению (12) при принятых выше параметрах.

Следует отметить, что применение труб малой высоты (0,5 м) не обеспечивает приемлемой эффективности КТУ.

Коэффициент эффективности не менее 0,5 достигается:

- при высоте труб – 1 м и диаметре менее 15 мм;
- при высоте труб – 1,5 м и диаметре не более 20 мм;
- при высоте труб – 2 м и диаметре не более 25 мм.

Сопоставим коэффициенты эффективности ПТУ и КТУ.

Коэффициенты эффективности ПТУ находятся в пределах 0,4-0,6 [2, 3]. Согласно рис. 3, коэффициент эффективности КТУ в ряде случаев больше приведенных значений: при высоте труб в 1,5 м и диаметре в пределах 10-15 мм он равен 0,58-0,7.

Выбор диаметра и высоты труб является технико-экономической задачей: энергосбережение и снижение расходов топлива и энергии достигаются за счет увеличения числа труб, габаритов и материалоемкости КТУ, что приводит к увеличению его стоимостных показателей. Рассматривая энергосбережение при использовании КТУ, следует учесть увеличение потребления электроэнергии приточным и вытяжным вентиляторами при установке теплоутилизатора.

КТУ обладают простой конструкцией, допускают использовать неметаллические (стеклянные, пластмассовые и др.) трубы, производить очистку загрязненных поверхностей труб непосредственно в местах их размещения, что позволяет их эксплуатировать без установки воздушных фильтров. Эти достоинства во многом компенсируют недостаток КТУ, заключающийся в меньшей удельной поверхности теплообмена в единице объема по сравнению с ПТУ.

Заключение

Научное значение проведенного исследования состоит в обосновании применения в КТУ перекрест-

ного тока теплоносителей и в нахождении расчетного уравнения (12), определяющего влияние режимных и геометрических параметров на ЧЕП и, следовательно, на эффективность КТУ.

Практическое значение заключается в установлении степени влияния режимных и геометрических параметров на эффективность КТУ.

В результате проведенного анализа эффективности КТУ установлено:

- основными управляющими параметрами, определяющими эффективность и тепловую мощность КТУ, являются диаметр и высота труб;

- при уменьшении диаметра труб и увеличении их высоты достигаются значения коэффициента эффективности до 0,7 и более;

- скорости воздушных потоков влияют на ЧЕП и на коэффициент эффективности КТУ в меньшей мере по сравнению с размерами труб.

- по эффективности КТУ не уступают ПТУ.

С учетом полученных результатов представляется целесообразным продолжение работ по разработке КТУ для их использования в отопительно-вентиляционных системах сельскохозяйственных производственных помещений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баротфи, И. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах / И. Баротфи, П. Рафан. – М.: Агропромиздат, 1988. – 228 с.
2. Марочкин, В.К. Использование вторичных топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве / В.К. Марочкин, Н.Д. Байлук, М.Ю. Брилевский. – Мин.: Ураджай, 1989. – 200 с.
3. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справ. пос. / Л.Д. Богуславский и [др.]; под ред. Л.Д. Богуславского и В.И. Ливчака. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.
4. Кэйс, В.М. Компактные теплообменники / В.М. Кэйс, А.Л. Лондон. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 160 с.
5. Григорьев, В.А. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справоч. / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 586 с.
6. Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М. Бакластов и [др.]; под ред. А.М. Бакластиова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
7. Герасимович, Л.С. К расчету коэффициента теплопередачи кожухотрубчатых теплоутилизаторов в отопительно-вентиляционных системах сельскохозяйственных производственных помещений / Л.С. Герасимович, И.А. Цубанов // Агропанорама, 2014. – №5. – С.32-35.
8. Краснощеков, Е.А. Задачник по теплопередаче/ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. – М.: Энергия, 1980. – 288 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.09.2015

ЭЛЕКТРООБРАБОТКА ЖИДКОГО СУБСТРАТА ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МЕТАНООБРАЗОВАНИЯ

А.В. Крутов,

доцент каф. электротехники БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

С.С. Нефедов,

аспирант каф. электротехнологии БГАТУ

В работе рассматривается влияние электрообработки жидкого субстрата птичьего помета на выход биогаза в биогазовых установках.

Ключевые слова: птичий помет, аммиак, электролиз с мембраной, католит, анолит.

The impacts of electro processing of liquid substrate of bird droppings with a view to its further use for the production of biogas are examined in the article.

Keywords: bird droppings, ammonia, electrolysis with membrane, catholyte, acolyte.

Введение

В сельскохозяйственном производстве проблема эффективной утилизации отходов птицефабрик является наиболее сложной и актуальной. Возрастающие объемы отходов птицеводческих предприятий, содержащие органические вещества, минеральные соли и биогенные элементы, представляют собой сильнодействующие загрязнители окружающей среды [1]. От одной птицефабрики средней мощности (400 тыс. кур-несушек или 10 млн. цыплят-бройлеров) ежегодно образуется соответственно до 35 и 83 тыс. т пометной массы и свыше 400 тыс. м³ сточных вод с повышенной концентрацией вредных веществ. Усредненная норма выхода помета (с учетом усушки до 65–70 % в год) на одну особь взрослой птицы составляет 62 кг и молодняка – 42 кг соответственно. По статистическим данным, на территории Беларуси имеется более 67 птицеводческих хозяйств с общим поголовьем птицы 31,2 млн в хозяйствах всех категорий. Объем образовавшегося куриного помета (данные за 2014 г.) составил свыше 1,56 млн т [2].

Птичий помет является опасным, в связи с возможным содержанием возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний, экзотоксикантов (тяжелых металлов, пестицидов, микотоксинов и т.д.), медикаментозных препаратов. Почва после внесения подобных органических отходов в значительной степени обсеменяется микрофлорой и семенами сорных растений. Отходы птицеводства служат потенциальным источником яиц гельминтов, плесеней, грибков. Помимо возбудителей особо опасных болезней для животных и человека, помет непрерывно обогащается условно-патогенными микроорганизмами (кишечной палочкой, стрептококками, синегнойной палочкой и другими), которые по своей природе обладают высо-

кой резистентностью к внешним факторам и лекарственным средствам [3, 4].

В то же время отходы содержат питательные вещества для растений, такие как азот, фосфор, калий, микроэлементы, и после определенной подготовки могут использоваться для питания сельскохозяйственных культур в качестве удобрения [4]. В связи с этим, разработка низкозатратных, высокоеффективных технологий, обеспечивающих гарантированное производство обеззараженных и обезвреженных органических удобрений на основе помета, имеет важное значение в вопросах повышения плодородия почвы, охраны природы, сохранения здоровья животных, повышения безопасности труда обслуживающего персонала, здоровья населения и рентабельности производства.

Одно из основных направлений утилизации отходов птицеводства – производство биогаза. Технология с использованием биогазовых установок является наиболее перспективной технологией переработки жидких органических отходов [5–7]. При этом решается сразу несколько задач: сбора и переработки отходов птицефабрик с улавливанием и нейтрализацией таких вредоносных биогазов, как аммиак и сероводород, получение экологически чистых удобрений, а также метана – универсального газообразного топлива. Однако существует ряд проблем, препятствующих эффективному использованию птичьего помета для производства метана, в частности, наличие в помете веществ-ингибиторов, замедляющих процесс метанообразования (высокая концентрация в помете азота, сероводорода, летучих жирных кислот и др.).

Цель данного исследования – повысить выход биогаза при использовании птичьего помета в биогазовых установках путем его предварительной электрообработки.

Основная часть

В зависимости от технологии выращивания и содержания птицы помет может быть подстиloчным и бесподстиloчным. Выход помета у взрослой птицы в зависимости от ее вида представлен в таблице 1 [8].

Таблица 1. Средний суточный выход помета с одной взрослой птицы

Вид птицы	Выход помета с одной птицы в сутки, г
Куры – несушки	170...190
Куры мясных пород	280...300
Бройлеры	240...250
Индейки	420...450
Гуси	490...600
Утки	250...420

Состав помета зависит от вида и возраста птицы, типа кормления и содержания (табл. 2) [8].

Как отмечалось выше, наиболее эффективный способ утилизации птичьего помета – его переработка в биологических реакторах с целью получения метана. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на метановое брожение, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Оно должно соответствовать диапазону значений отношения масс углерода к азоту от 10 до 16 [2, 5]. Если соотношение углерода к азоту чрезмерно велико, то недостаток азота будет служить фактором, ограничивающим процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий.

Это происходит в связи с тем, что при увеличении концентрации углерода в биологическом сырье, связанном с повышенным содержанием углеводов относительно белковой массы, снижается количество аммонийного азота, что ведет к увеличению концентраций водорода и углекислого газа, и уменьшению доли метана. Как следствие, повышается кислотность среды, ведущая к снижению активности метагенной составляющей анаэробного биоценоза. В свою очередь, увеличение белковых масс ведет к избыточному выде-

лению аммиака, что также ухудшает условия жизнедеятельности метанообразующих микроорганизмов.

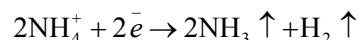
В птичьем помете азот присутствует в форме органического и аммиачного азота, причем, доля каждого зависит от степени разложения органического вещества. При определенных условиях биологические системы соединения органического азота могут быть преобразованы в аммонийный азот и окислы (до нитритного и нитратного азота).

Аммиак NH_3 препятствует процессу брожения уже при концентрации в пределах 0,15-0,7 г/л и нарушает биологию процесса метанообразования [5, 9], т.е. выступает как ингибитор. Высокое содержание аммиака и сероводорода в помете обуславливает его использование совместно с другими видами навоза (чаще всего с навозом КРС) или органическими отходами (солома, торф, опилки, помет с подстилкой, лигнин, костра и другие). На практике масса помета в субстрате не превышает 45% от общей биомассы.

Для снижения концентрации азота в птичьем помете авторами использован электрохимический способ обработки, сущность которого заключается в пропускании через жидкий субстрат на основе птичьего помета постоянного электрического тока.

Химический состав водного раствора птичьего помета характеризуется присутствием в нем в основном катионов NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ и анионов NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- , Cl^- . Ионы аммония NH_4^+ находятся в растворе в состоянии диссоциативного равновесия с молекулами аммиака NH_3 .

При пропускании через субстрат постоянного электрического тока у катода происходит процесс восстановления ионов аммония:



Образующийся в результате химической реакции аммиак выделяется из раствора в виде пузырьков газа, и может быть отведен из камеры обработки системой трубопроводов, что позволит уменьшить его концентрацию в помете и оптимизировать соотношение углерода и азота.

Исследования по электрообработке субстрата на основе птичьего помета проводились авторами в

Таблица 2. Средний состав различных видов птичьего помета

Вид птичьего помета	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		органическое вещество	N общ	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Куриный	55	350	16,0	15,0	8,0	24,0	7,0	4,0
Утиный	70	250	7,0	9,0	6,0	11,0	2,0	3,0
Гусиный	75	230	5,0	5,0	9,0	8,0	2,0	9,0
Индюшачий	75	230	7,0	6,0	5,0	5,0	2,0	3,0
Смешанный	60	320	15,0	14,0	7,0	17,0	5,0	3,0
Подстилочный	40	450	20,0	16,5	8,5	18,0	6,0	3,5
Полужидкий	85	110	9,0	9,0	3,0	9,0	4,0	2,0
Жидкий	95	40	3,0	2,5	1,0	4,0	1,2	0,7
Стоки	98	18	1,2	1,1	0,6	1,8	0,5	0,3

электролизере на модельных растворах с монополярным включением электродов с межэлектродной полупроницаемой перегородкой и без нее.

В первом случае напряженность электрического поля в опытах варьировалась в диапазоне 440...860 В/м, плотность тока, в зависимости от материала и размера электродов, находилась в пределах 700...1820 А/м². Водородный показатель pH исходного жидкого субстрата составлял 7,0. Использовались электроды из стали Ст3, нержавеющей стали 12Х18Н10Т, алюминия АМц, а также из меди М1к. Результаты электрохимической обработки субстрата с полупроницаемой межэлектродной перегородкой приведены в таблице 3.

Установлено, что содержание NH₄⁺ и NH₃ зависит от величины pH жидкого помета. В кислой среде наблюдается подавление диссоциации ионов аммония с образованием газообразного амиака и его растворение в водном растворе, наблюдается уменьшение содержание азота в субстрате после электрообработки в 1,3-1,5 раза. На рисунке 1 приведены зависимости

стии водородного показателя pH католита и анолита, полученного из жидкого субстрата птичьего помета, от количества пропущенного электричества через обрабатываемый раствор с использованием различных электродов и режимов электрообработки.

Содержание азота в пробах, величина водородного показателя pH определялись в аналитической лаборатории БГАТУ по стандартным методикам.

В опытах по электрообработке жидкого субстрата без полупроницаемой межэлектродной перегородки существенных результатов по снижению азота не установлено. Хотя ионный состав исследуемого образца менялся. Здесь, по мнению авторов, происходит растворение амиака до выхода его пузырьков на поверхность.

Во втором случае напряженность электрического поля варьировалась в пределах $E=2,0\ldots0,75$ кВ/м, плотность тока изменялась в пределах $j=220\ldots270$ А/м² для электродов из стали Ст3 и алюминия АМцМ. При использовании электродов из меди М1М плотность тока поддерживалась в пределах $j=500\ldots510$ А/м².

Таблица 3. Результаты электрообработки жидкого субстрата птичьего помета

Наименование образца	Исходное содержание массовой доли азота в пробе, %	Параметры электрообработки		Водородный показатель pH пробы после обработки	Содержание массовой доли азота в пробе после обработки, %
		Напряженность электрического поля, В/м	Плотность тока, А/м ²		
Проба 1 (электроды из нерж. стали)	0,38	560...450	937,5	Католит pH=10,0	0,39
				Анолит pH=5,0	0,28
Проба 2 (электроды из алюм.)	0,43	500...440	700,0	Католит pH=10,5	0,41
				Анолит pH=4,5	0,29
Проба 3 (электроды из меди)	0,42	590...860	1820,0	Католит pH=11,0	0,37
				Анолит pH=5,0	0,38
Проба 4 (электроды из Ст3)	0,38	600...860	1270,0	Католит pH=9,0	0,33
				Анолит pH=5,0	0,36

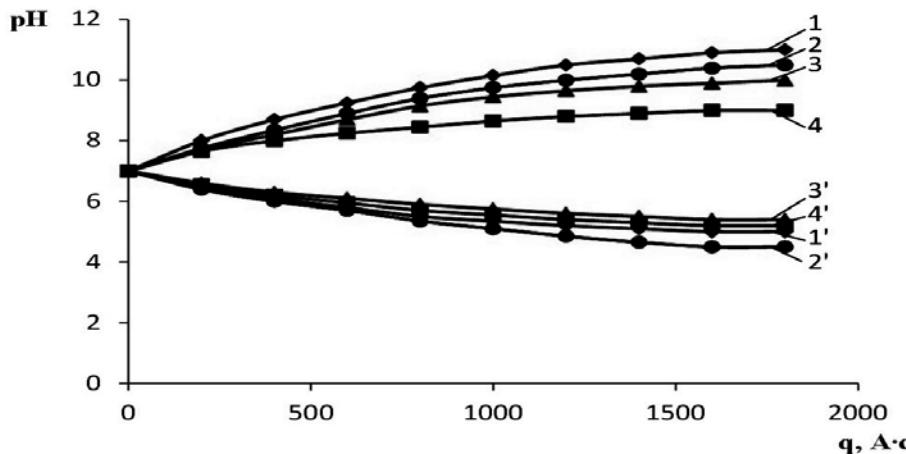


Рисунок 1. Зависимость водородного показателя субстрата от количества электричества:
1, 2, 3, 4 – католит; 1', 2', 3', 4' – анолит;

- ● — электроды из меди ($E=590\ldots860$ В/м; $j=1820$ А/м²);
- ▲ — электроды из алюминия ($E=440\ldots500$ В/м; $j=700$ А/м²);
- ● — электроды из нержавеющей стали ($E=450\ldots560$ В/м; $j=937,5$ А/м²);
- ■ — электроды из стали ($E=600\ldots860$ В/м; $j=1200$ А/м²).

После обработки в электролизере происходит уменьшение ионов аммония и других веществ. На рис. 2 и 3 приведены кривые изменения катионов аммония и анионов фосфора в зависимости от длитель-

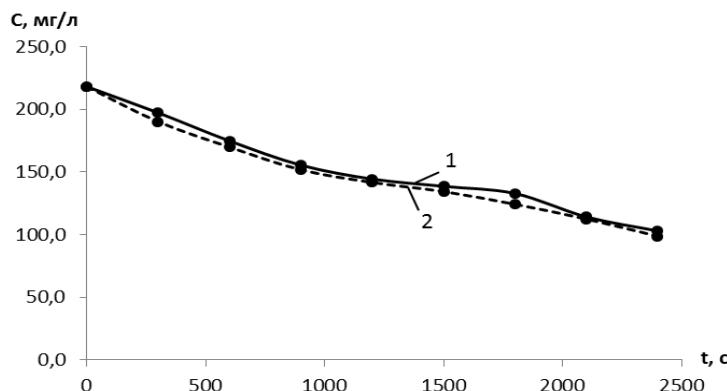


Рисунок 2. Изменение концентрации ионов аммония после электролиза (Fe-электроды)

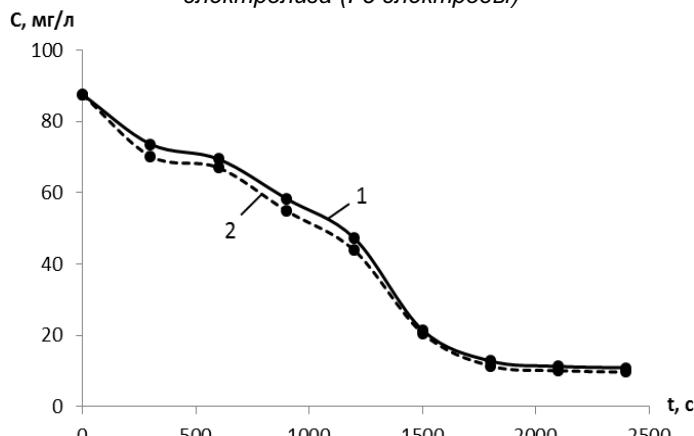


Рисунок 3. Изменение концентрации фосфат-ионов после электролиза (Fe-электроды)

ности электролиза с применением электродов из стали Ст3, как наиболее экономичных. Под цифрой 1 обозначены зависимости, полученные при плотности тока 140 A/m^2 , 2 – при плотности 270 A/m^2 .

Как видно из результатов эксперимента, увеличение плотности тока более 140 A/m^2 не приводит к существенному снижению загрязнений, а сопровождается значительно большим расходом энергии, ускоренным разложением анода. Авторами публикации установлен наибольший эффект по снижению ионов аммония при использовании медных электродов, однако это существенно влияет на окупаемость электролиза в силу значительно большей стоимости меди по сравнению со сталью Ст3.

Электрообработка жидкого субстрата птичьего помета с применением межэлектродной диафрагмы сопровождалась нагревом раствора до $50\text{-}55^\circ\text{C}$. Если использовать полученный католит ($\text{pH } 10$) для получения биогаза, это будет соответствовать термофильтному режиму брожения ($50\text{-}60^\circ\text{C}$). В источниках [9, 10] описаны условия эффективного сбраживания отходов птицеводства именно в термофильном режиме.

При сбраживании птичьего помета в этом режиме выделяется $0,5\text{-}0,8 \text{ m}^3$ биогаза с 1 кг сухого органического вещества. При этом больший выход отмечается при щелочной стадии анаэробного брожения по сравнению с кислой.

Проведенные исследования показали, что для электрообработки жидкого субстрата на основе птичьего помета с целью уменьшения азота следует использовать метод электролиза с межэлектродной диафрагмой, и основную массу сырья производить в катодной камере. Применение данного метода позволяет интенсифицировать процесс выделения газообразного аммиака из субстрата и минимизировать удельные затраты электрической энергии при получении биогаза.

Заключение

Обзор и анализ литературных источников по теме исследования показал необходимость разработки высокоеффективного, простого, малоотходного или безотходного способа переработки отходов птицеводства, который позволил бы решить проблемы использования птичьего помета для производства биогаза и удобрений, создать условия для получения дополнительного дохода от эффективной его утилизации. Проведенные исследования позволили утверждать, что для решения обозначенных задач, с технической, экономической и экологической точки зрения, возможно использовать электрохимический способ обработки жидкого птичьего помета, в частности метод электролиза с межэлектродной диафрагмой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева, Р.П. Эффективность применения отходов в условиях агроценозов юга Западной Сибири: монография / Р.П. Воробьева, А.С. Давыдов. – Барнаул: Алтайский ун-т, 2002. – 330 с.
2. Максимова, С.Л. Утилизация отходов птицеводства при помощи биообъектов / С.Л. Максимова // Экология на предприятии, 2014. – №12. – С. 42.
3. Анализ методов обеззараживания животноводческих стоков и помета с ферм / И.Л. Болоцкий [и др.] // Ветеринария Кубани, 2008. – №3. – С.17.
4. Опыт безопасного использования органических отходов животноводства и птицеводства / Л.П. Овцова [и др]. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 60 с.
5. Дабаева, М. Д. Эколо-безопасная утилизация отходов: монография / М. Д. Дабаева, И. И. Федоров, А. И. Куликов; Бурят. гос. с.-х. академия. – Улан-Удэ: БГСХА, 2001. – 94 с.
6. Сидоренко, О.Д. Биологические технологии

утилизации отходов животноводства: учебн. пос. / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. – Москва: МСХА, 2001. – 74 с.

7. Кривых, Л. И. Утилизация отходов с животноводческих комплексов и ферм: практическое руководство / Л. И. Кривых. – Барнаул: РИО АИПКРС АПК, 2005. – 40 с.

8. Босак, В.Н. Птичий помет. Состав и применение / В.Н. Босак // Наше сельское хозяйство, 2015. – №9. – С. 42.

9. Марченко, В.И. Интенсификация анаэробного сбраживания птичьего помета / В.И. Марченко // Техника в сельском хозяйстве, 2011. – №6. – С.27-29.

10. Марченко, В.И. Биогазовая установка для сбраживания отходов птицеводства / В.И. Марченко, В.И. Гребенник, И.А. Севостьянов // Сельский механизатор, 2015. – №1. – С. 24-25.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.09.2015

УДК 628.16.087+631.171:636.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ

В. Н. Штепа,

доцент каф. высшей математики и информационных технологий Полесского гос. университета,
канд. техн. наук, доцент

В статье проанализированы недостатки существующих систем водоочистки, описаны ключевые загрязнители сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, агропромышленного комплекса. Разработаны методика и оборудование экспериментально-аналитических исследований водоочистки с учетом действия возмущающих факторов. Проведены экспериментально-аналитические исследования согласно предложенной методике.

Ключевые слова: экологическая безопасность, очистка сточных вод, нейронная сеть, экспериментальные исследования, ресурсоэффективность

The paper analyzes the shortcomings of the existing water treatment systems; the key pollutants of industrial and wastewater utilities are analyzed; Techniques and equipment of experimental analyzes of water treatment taking into account the action of perturbing factors have been developed; Experimental and analytical studies are carried out according to the proposed method.

Keywords: ecological safety, sewage, treatment neural network, experimental studies, resource efficiency

Введение

Доля агропромышленного комплекса (АПК) в водопотреблении наряду с электроэнергетикой и жилищно-коммунальным сектором – одна из наиболее значимых и составляет около 20-25 % [1]. Основными источниками загрязнения открытых водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных (65 %) и коммунальных предприятий (18-20 %), а также агропромышленный комплекс (16-20 %) [2].

Самые опасные загрязнители – нефтепродукты, соли тяжелых металлов, фенолы и биогенные вещества, последние два характерны для сточных вод агропромышленных предприятий [3].

Мощными водопотребителями в АПК являются свинокомплексы, птицеводческие комплексы, перерабатывающие предприятия – ими сбрасывается около 40-50 % полученной воды, в зависимости от технологии производства и региона.

Во многих случаях сбросы таких предприятий не проходят даже элементарной очистки [4], при том, что большинство из них попадают в водоемы рыболово-хозяйственного назначения. Именно поэтому проблема разработки эффективных методов и технологий очистки сточных вод агропромышленных объек-

тов является актуальной, что подтверждено в задачах Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года (п. 3.3 «Природно-ресурсный потенциал»), где указано, что для обеспечения главных направлений природоохранной политики, необходимо повсеместно внедрять прогрессивные энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы, обеспечивающие снижение удельного водопотребления и объема отведения сточных вод, переход на мало- и безводные технологии производства.

Сложность создания эффективных систем очистки сточных вод вызвана рядом причин [5], из которых можно выделить следующие:

– многофакторность и нелинейность характеристик параметров, влияющих на процессы изменения свойств водных растворов и разной природой загрязнителей (биологической, химической, физической);

– возможность неконтролированного изменения качества воды даже в процессе очистки: реагенты и загрязнители при разных условиях могут синтезировать новые соединения, которые более опасны, чем первоначальные загрязнители;

– отсутствие необходимой номенклатуры измерительных приборов, способных работать в режиме

реального времени в агрессивных условиях: в автоматизированных системах управления разработано только до десяти таких информационно-измерительных комплексов, хотя качество воды нормируется по десяткам параметров;

– работы систем водоочистки в режиме постстрекции: технологические режимы водообработки изменяются только после получения информации с существующих датчиков о качестве воды, что с учетом высокой инерционности промышленных установок, может привести к катастрофическим последствиям – не происходит превентивное противодействие возможным нештатным ситуациям (залповым выбросам, чрезвычайным ситуациям и т. д.).

Поэтому разработка методики экспериментально-аналитических исследований комбинированных систем водоочистки, а не только соединение разных способов воздействия на водные растворы в один технологический комплекс может обеспечить надлежащую функциональную эффективность, является актуальной научно-технической задачей.

Основная часть

На начальном этапе необходимо было определить наиболее распространенные отклонения от нормативов, чтобы выбрать эффективные методы изменения свойств водных растворов. В зависимости от концентрированности, производственные сточные воды могут быть высококонцентрированными и слабоконцентрированными, а по значению показателя pH – малоагрессивными (в том числе слабокислые и слабощелочные) и высокоагрессивными (сильнокислые и сильнощелочные).

Главные загрязнители сточных вод, согласно природе происхождения, подразделяются на химические (кислоты, оксиды, щелочи, гидрооксиды, соли, нефтепродукты, тяжелые металлы, фенолы, пестициды, нитраты и фосфаты); биологические (вирусы, бактерии, микробы, личинки, грибки); физические (радиоактивные элементы, взвешенные элементы, тепло- и органолептика, глина) [6].

Сточные воды, исходя из объектов загрязнителей, делятся на 3 группы [6]:

1. Хозяйственно-бытовые (органические составляющие – около 60%; минеральные вещества – около 40%). Их особенность заключается в высоком содержании азотсодержащих соединений и фосфатов, значительной степени фекального загрязнения.

2. Промышленные сточные воды: органические и неорганические элементы. Особенность сточных вод заключается в высокой концентрации, в зависимости от профиля предприятия, взвешенных частиц, возбудителей заболеваний, тяжелых металлов, нефтепродуктов, органических красителей, фенолов, поверхностно-активных веществ, сульфатов, хлоридов и тяжелых металлов.

3. Поверхностные сточные воды (дождевые и тальные), формирующиеся из атмосферных осадков, проникающих в почву и стекающих в водоемы посред-

ством ливневой канализации с территории промышленных предприятий и населенных пунктов.

В результате обобщения исследований [1-4], в качестве типовых загрязнителей сточных вод, относительно которых проводились эксперименты, выбиравались:

- нитраты (NO_3^-);
- фосфаты (ортрафосфаты PO_4^{3-} и полифосфаты);
- pH;
- биологическая потребность кислорода (БПК);
- концентрация взвешенных элементов;
- поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Для удаления этих элементов выбирались известные методы водоочистки [6], с одним ограничением – без использования реагентов (рис. 1).

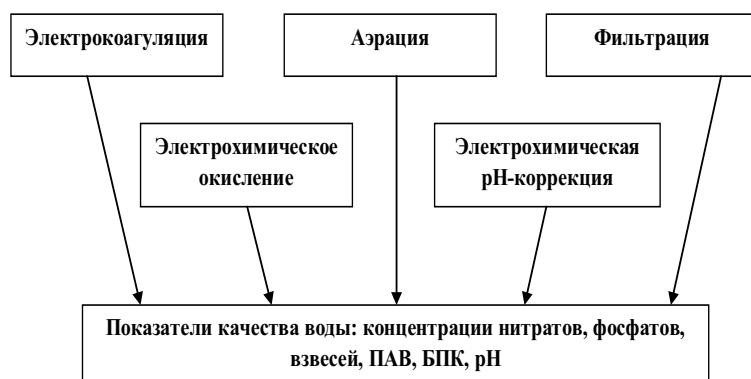


Рисунок 1. Выбранные безреагентные методы регулирования показателей воды

На основании предварительных экспериментов [1] разработан и апробирован комплекс экспериментальных исследований (КЭИ) качества и энергоэффективности удаления загрязнителей [7] (рис. 2).

Функциональные задачи блоков КЭИ (табл. 1):

Таблица 1. Параметры КЭИ качества и энергоэффективности водоочистки

Параметр	Значение
Общий объем, л	240
Напряжение на выходе блока питания, В	42
Высота, м	2,8
Площадь, м ²	10
Энергопотребление, кВт·час	0,5 – 4

– емкость грязной воды: усреднение, аэрация и удаление пены ПАВ;

– электролизер и pH-корректор: электрохимическое выделение коагулянтов из струек Ст.3, коррекция pH, аэрация и деаэрация водных растворов;

– окислители: электрохимическое выделение атомарного кислорода и окисление водного раствора, стабилизация pH;

– емкость реактор: завершение нейтрализации и коагуляции;

– пенополистирольный фильтр: фильтрация и сорбция загрязнителей;

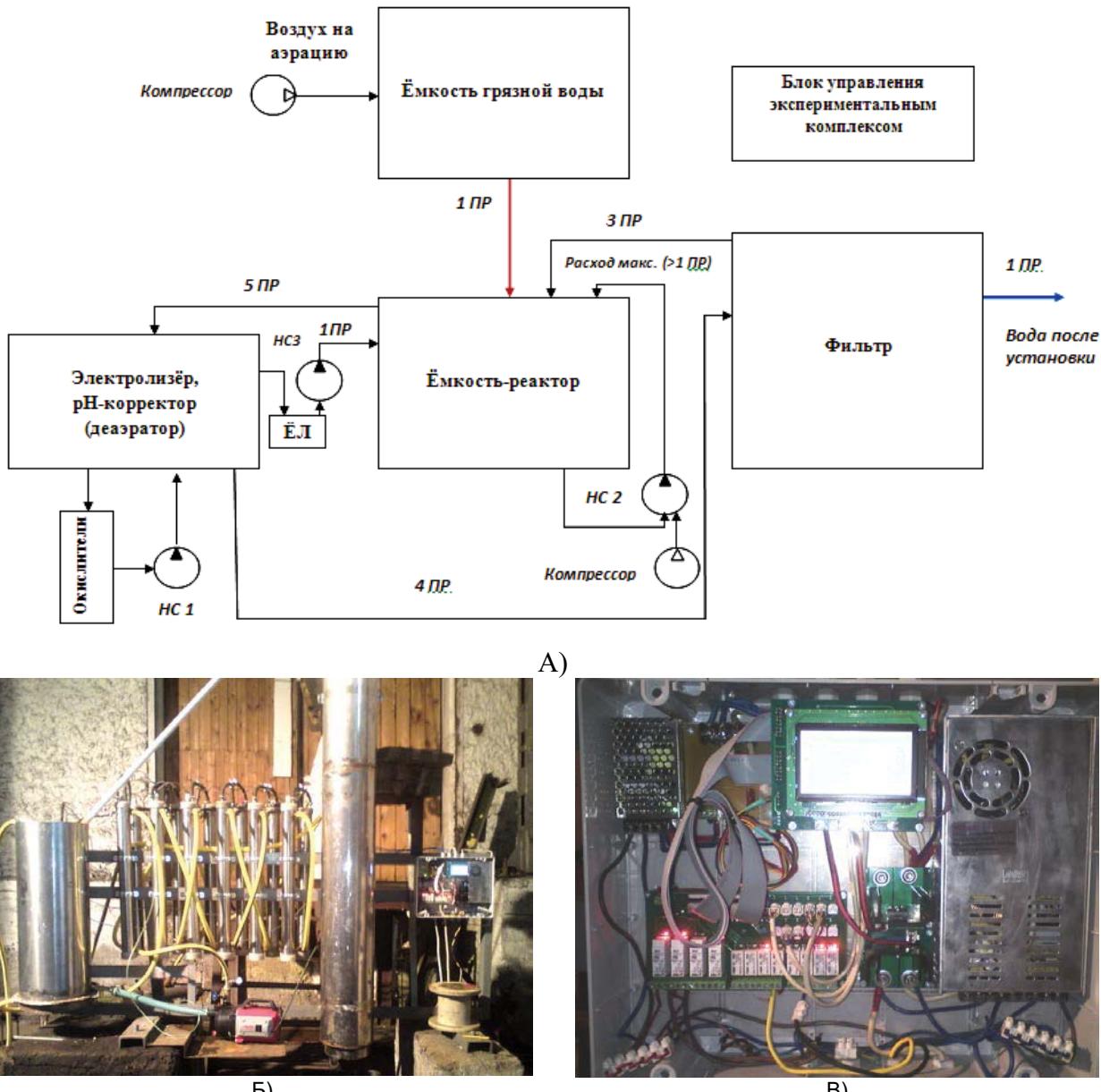


Рисунок 2. Комплекс экспериментальных исследований качества и энергоэффективности водоочистки:
А – структурная схема (ПР – плановый расход, НС – насос, ЕЛ – емкость луг); Б – внешний вид комплекса;
В – внешний вид блока управления

– блок управления на основе микроконтроллера ATmega: поддержание заданных режимов работы оборудования.

Измерения значений показателей качества воды выполнялись при помощи методик и технических средств:

– концентрации фосфатов и нитратов, согласно методике Лурье;

- БПК – измерительной системой AL 606;
- концентрации взвесей – нефелометром ФЭК 60;
- pH – pH-метр-ионометр И-500;
- ПАВ – согласно ПНД Ф 14.1:2.15.15-95.

Задача экспериментальных исследований заключалась в получении данных относительно эффекта и

энергозатрат водоочистки при варьировании значений загрязнителей и режимов работы оборудования не только в типовых диапазонах, но и в случае кратных превышений количества загрязнителей. Такие результаты дадут возможность создать систему управления, способную работать в условиях залповых сбросов загрязнителей и нештатных ситуаций.

Управляющим воздействием на значения загрязнителей будет общая сила тока на электролизере (pH-корректоре) и окислителях (рис. 3). Остальные элементы (насосы) будут работать в установленном стационарном режиме компрессора на максимально возможной производительности (интенсификация реакций,



Рисунок 3. Схема проведения экспериментальных исследований

согласно паспортным характеристикам насосов – потребление воздуха до 8 % номинального расхода.

Концентрация нитратов и фосфатов обеспечивалась стехиометрическим разбавлением микроэлементов, pH корректировался с помощью луга (NaOH) и кислоты (CH₃COOH), показатели взвесей обеспечивались добавлением глины, ПАВ регулировался добавлением моющих средств (после предварительной оценки их концентраций в водных растворах), БПК устанавливался добавлением (NH₂)₂CO. Общие показатели модельной воды измерялись после кондиционирования в одной емкости. За базовый водный раствор бралась вода питьевого качества согласно ГОСТ 2874-82.

Диапазоны, в которых изменяются загрязнители, выбирались с учетом необходимости исследования нештатных ситуаций (табл. 2) – исследовались превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) в разы.

Таблица 2. Диапазоны изменения значений параметров экспериментов

Показателей	Диапазоны
Концентрация нитратов, мг/л	10 – 300
Концентрация фосфатов, мг/л	0,1 – 3
Концентрация ПАВ, мг/л	0,3 – 3
БПК, мг/л	1 – 7
pH	5,5 – 9,5
Концентрация взвесей, мг/л	10 – 2000
Объемный расход (плановый расход) на выходе КЭИ, м ³ /сутки	0,5 – 3

Значения параметров выбирались случайно с целью максимального заполнения диапазонов проблемной области (табл. 2). После получения данных водоочистки рассчитывались общие затраты электроэнергии, расход воздуха. За нормативные требования, к которым необходимо привести качество воды, брались параметры сбросов в рыбохозяйственные водоемы [7].

С учетом производственных испытаний и теоретических наработок [1] предлагается универсальный критерий оценки энергоэффективности (ЕЕ) работы электротехнологического оборудования водоподготовки, который включает и требования к обеспечению экологической безопасности:

$$EE_y = \left[\left(\frac{L_{1_{\text{вых}}} - L_{1_{\text{зад}}} \cdot 100\%}{L_{1_{\text{зад}}}} \right) + \dots + \left(\frac{L_{N_{\text{вых}}} - L_{N_{\text{зад}}} \cdot 100\%}{L_{N_{\text{зад}}}} \right) \right] \cdot \sum_{i=1}^N t_i \cdot \% / \text{kBt}, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N W_i$$

где $L_{\text{вых}}$ – фактическое значение соответствующего параметра оценки качества водоочистки;

$L_{\text{зад}}$ – заданное (нормативное) значение соответствующего параметра оценки качества водоочистки;

t – время работы оборудования, ч;

W – электроэнергия, затраченная на водоочистку, кВт·час;

N – количество параметров оценки качества водоочистки (как правило, соответствует количеству установок, действующих на воду).

После выполнения экспериментальных исследований и расчета энергоэффективности начинается этап аналитического исследования (рис. 4).



Рисунок 4. Блок-схема алгоритма проведения экспериментально-аналитических исследований комбинированных систем водоочистки

Результаты исследований подтвердили и количественно продемонстрировали сложность взаимосвязей между параметрами и режимами очистки воды в комбинированных системах (рис. 5), что обосновывает использование для аналитических исследований системы искусственного интеллекта на основе нейронных сетей. Необходимость создания для дальнейших исследований адекватных математических моделей выражается и в сложности проведения экспериментов: подготовка и проведение одного эксперимента занимала более 12 часов. Весь блок из 49 экспериментов занял около 2 месяцев.

Оценка расчетных значений критерия энергоэффективности (1) подтверждает нелинейность процессов в комбинированных установках (рис. 6).

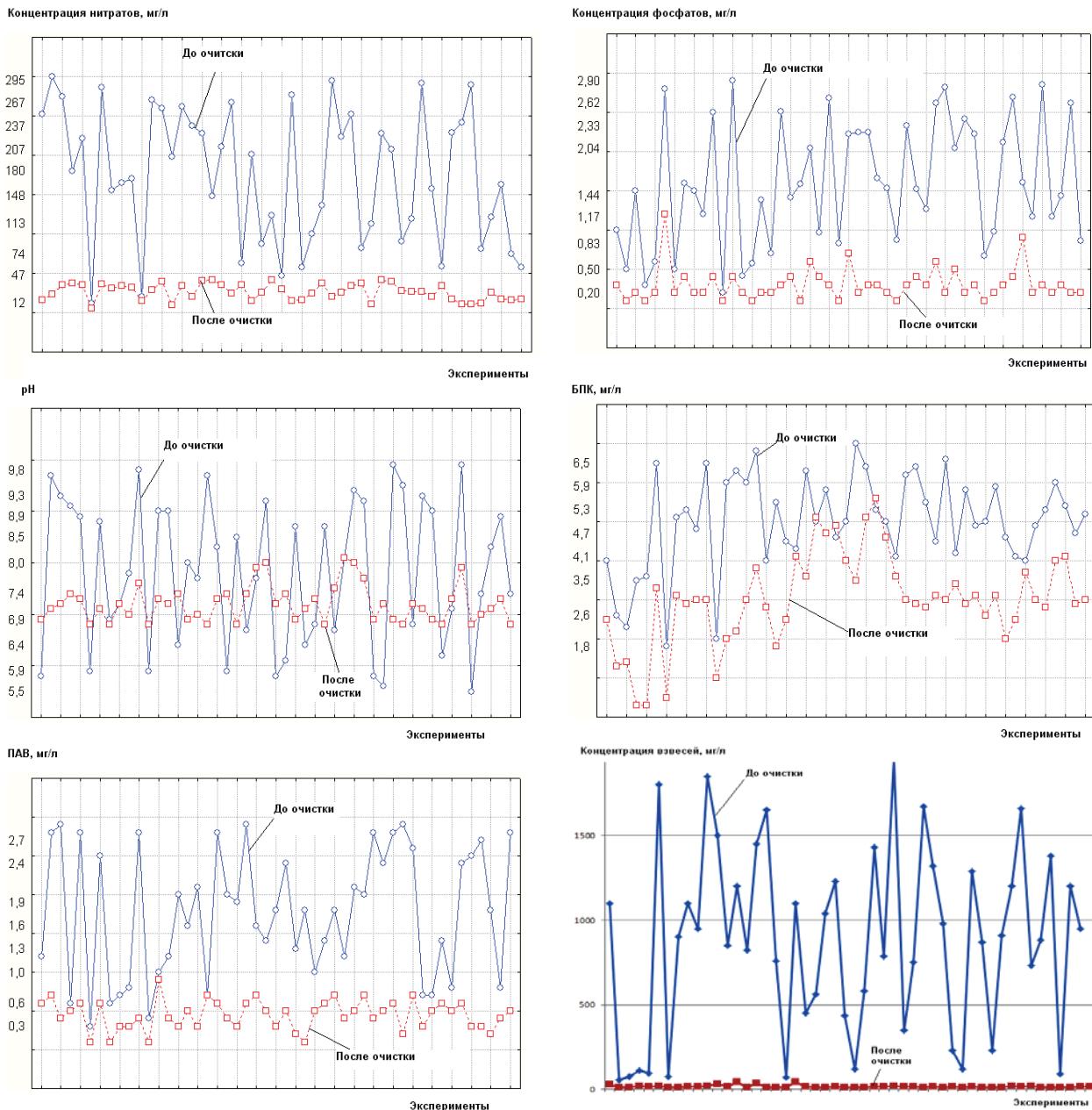


Рисунок 5. Результаты экспериментальных исследований с использованием КЭИ качества и энергоэффективности водоочистки

Для синтеза и исследования нейронной сети (НС) типа многослойный персепtron, который продемонстрировал эффективность работы в условиях размытости и неполноты входной информации [4, 6], использован программный пакет Statistica Neural Networks (критерий – минимизация среднеквадратической ошибки НС). В контексте нашей задачи его преимущество над аналогичными разработками заключается в реализации функционального блока оптимизации архитектуры нейромоделей, который использует линейные подходы и метод

имитации "отжига" на основе распределения вероятностей Гиббса [7]:

$$P(\bar{x}^* \rightarrow \bar{x}_{i+1} | \bar{x}_i) = \begin{cases} 1, F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) < 0 \\ \exp\left(-\frac{F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i)}{Q_i}\right), F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

где $F(x)$ – функция активации НС,
 $Q_i > 0$ – элементы произвольно ниспадающей к нулю последовательности.

Отсутствие переобучения НС в результате ите-

рационного обучения, согласно алгоритму обратного распространения ошибки, проверялось делением данных на учебные, контрольные и проверочные.

Адекватность синтезированного многослойного персептрона (рис. 7), где в качестве входных выбраны параметры качества воды до и после очистки, технологические показатели; выход – энергоэффективность, подтверждена приемлемостью среднеквадратической ошибки (рис. 8).



Рисунок 6. Критерий энергоэффективности комбинированных систем водоочистки

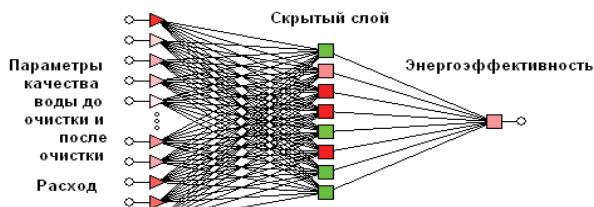


Рисунок 7. Архитектура многослойного персептрона на оценку энергоэффективности водоочистки в комбинированных установках водоочистки



Рисунок 8. Качество синтеза многослойного персептрона

Полученные результаты создания соответствующей НС (учебная ошибка – 0,2%; проверочная ошибка – 0,6%) подтверждают и возможность использования такой математической модели для дальнейших исследований режимов работы комбинированных систем водоочистки.

Выводы

С учетом многофакторности и многостадийности процессов в комбинированных системах очистки

сточных вод предприятий АПК экспериментальные исследования необходимо проводить только комплексно, без разрыва предполагаемых технологических процессов изменения свойств водных растворов.

Разработанный и апробированный комплекс экспериментальных исследований качества и энергоэффективности очистки рекомендуется использовать для синтеза аналитических моделей таких процессов в виде нейронных сетей.

Дальнейшие исследования созданной адекватной математической модели (многослойный персептрон) лучше всего проводить в контексте разработки методики синтеза энергоэффективных систем управления комбинированными установками водоочистки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Донченко, М.И. Очистка растворов от дисперсных примесей методом электрокоагуляции. / М.И. Донченко, О.Г. Срибная, Ф.И. Гончаров, В.Н. Штепа // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – № 22. – С. 57-65.
2. Штепа, В.Н. Концепция построения интеллектуальных систем управления биотехническими объектами с учетом влияния природных факторов / В.Н. Штепа // Труды 9-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». – М.: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства», 2014. – Ч.5. – С.14 – 19.
3. S.Svorov, V.Reshetuk, I.Bolbot, V. Shtepa, D. Chirchenko Theoretical issues construction and operation of agricultural mission robotic system // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – Warsaw: Warsaw Univ. Life Sci, 2012. – № 60. – Р. 97 – 103.
4. Штепа, В. М. Оцінка енергетичних характеристик процесів очищення стічних вод агропромислових підприємств електротехнічними комплексами / В. М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.: НУБіПУ, 2014. – Вип. 194. – Ч. 3. – С. 259 – 265.
5. A. Dudnik, V. Lysenko, V. Reshetuk, V. Shtepa Greenhouse environmental control system with neural network predictions of external disturbances // Contemporary aspects of production engineering. – Warsaw: Warsaw Univ. Life Sci. – 2013. – Р. 40 – 52.
6. V Lysenko Intelligent effective management system of biotechnical objects based on natural disturbances prediction / V. Lysenko, B. Golovinskyi, V. Reshetuk, V. Shtepa, V. Shcherbatyuk // International Scientific Electronic Journal "Earth Bioresources and Life Quality". ISSN 2221-1713. <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/issue/view/5>
7. Lakhmi C. Jain; N.M. Martin Fusion of Neural Networks, Fuzzy Systems and Genetic Algorithms: Industrial Applications. — CRC Press, CRC Press LLC, 1998.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.06.2015

УДК 332.33

КОРРЕКТИРОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

В.М. Синельников,

декан факультета предпринимательства и управления БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Э.М. Бодрова,

доцент каф. организации и управления БГЭУ, канд. экон. наук, доцент

М.В. Синельников,

доцент каф. организации производства и экономики недвижимости БГТУ, канд. экон. наук, доцент

В статье обосновываются направления совершенствования производственной структуры сельскохозяйственных организаций, приводятся количественные параметры, способствующие повышению интенсификации использования сельскохозяйственных угодий в Беларусь.

Ключевые слова: производственная структура, земельные ресурсы, сельскохозяйственные угодья, многолетние травы, растениеводство, животноводство, специализация.

The article explains the ways of improving the production structure of agricultural organizations, also the quantitative parameters which are contributing to improvement of the intensification of farm land in Belarus are given.

Keywords: production structure; land resources; farm land; perennial grasses; plant production; animal production; specialty.

Введение

Учитывая народнохозяйственную и внутрихозяйственную потребность в растениеводческом сырье, а также неоднозначность и противоречивость в оценке эффективности возделываемых культур, появляется необходимость в оптимизации структуры посевных площадей по критерию максимума прибыли от производства продукции при минимальных затратах труда и средств на единицу продукции. Обоснованная таким образом структура посевов сельскохозяйственных культур должна явиться основой для разработки и введения рациональных севооборотов. Что касается концентрации посевов капиталоемких и трудоемких культур (пропашные, некоторые виды технических), то их размеры суммарно и по отдельно взятым культурам должны быть оптимальными. В противном случае резко снижается эффективность каждой из них в отдельности и земледелия в целом.

Основная часть

Внедрение рациональных параметров посевной площади отдельных культур возможно лишь на основе балансовой увязки развития земледелия и животноводства. При этом определяющим выступает земледелие с его достигнутым уровнем интенсивности и размерами площадей сельскохозяйственных угодий. Здесь необходим учет всех факторов, оказы-

вающих влияние на структуру посевов и объемы производства продукции растениеводства и животноводства: уровень планируемой урожайности возделываемых культур; объемы и каналы реализации продукции земледелия; воспроизводство семенного материала; специализация в животноводстве с обоснованным типом кормления сельскохозяйственных животных; структура лугопастбищных угодий и их продуктивность; побочные виды кормов собственного производства и их поступление от других отраслей народного хозяйства.

Разработка и применение рациональной структуры посевов должно базироваться на широком использовании травосеяния как важнейшего источника создания прочной кормовой базы, основного поставщика органического вещества в почву. Поэтому травянистую часть посевных площадей с учетом имеющихся возможностей следует насыщать до предела многолетними бобовыми травами, в первую очередь клевером. С учетом вышеизложенного можно рекомендовать следующие параметры по оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий Беларуси: стабилизировать посевные площади зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях на уровне 2,3-2,5 млн. га, обеспечив при этом посевные площади кукурузы, высеваемой на зерно, на уровне 150-200 тыс. га, зернобобовых культур – 150-180 тыс. га. Оптимизировать структуру посевов многолетних трав, в том числе многолетних бобовых

культур до 400 тыс. га, зернобобовых – до 180 тыс. га, бобово-злаковых травосмесей – до 320 тыс. га. Сохранить посевную площадь кукурузы на силос в размере – 630-650 тыс. га, в южной и центральной частях республики необходимо перейти на сев среднеспелых, а в северной части – скороспелых гибридов кукурузы и обеспечить производство силоса в объеме 14500 тыс. т. Необходимо также увеличить посевы и однолетних культур, в том числе поукосных, пожнивных и других промежуточных посевов до 400 тыс. га [1].

Обязательным условием совершенствования производственной структуры субъектов хозяйствования должно являться повышение продуктивности лугопастбищных угодий. Оценка их состояния позволяет сделать вывод, что все затраты как овеществленного, так и живого труда здесь сводятся в основном к уборке урожая. Огромные площади лугов и пастбищ в республике оказались бесхозными, на них в должной степени не проводится обработка, они не удобряются, полностью не выкашиваются, а потому зарастают сорной растительностью, кустарниками и мелколесьем, на них нельзя эффективно использовать технику. В республике ведется мониторинг за использованием лугопастбищных угодий, однако этого не достаточно. Необходимо на государственном уровне провести инвентаризацию лугов и пастбищ и приступить к осуществлению их поверхностного и коренного улучшения. Промедление с решением данной проблемы с каждым годом дорого обходится государству и всему обществу. В то же время лугопастбищные угодья выступают важным источником производства полноценных и самых дешевых травянистых кормов, что подтверждает практика передовых хозяйств. Дополнительные вложения в интенсификацию лугопастбищных угодий (на проведение коренного и поверхностного их улучшения) обеспечивают высокую окупаемость вкладываемых средств, соответственно повышают их продуктивность при сравнительно низкой себестоимости производимой продукции.

Фактическое наличие естественных сенокосов и пастбищ и их продуктивность оказывает существенное влияние на формирование кормовой базы, структуры посевов, и это следует учитывать при определении кормовой площади в переводе на пашню по следующей формуле:

$$C = \frac{Y_c \cdot K \cdot C_c + Y_n \cdot C_n}{Y_{\text{з.м.}}},$$

где С – площадь условной пашни, равносенная производству продукции с естественных кормовых угодий, га;

Y_c – плановая или фактическая урожайность сенокосов (берется в зависимости от цели определения влияния наличия сенокосов и их продуктивности на структуру посевных площадей и производство продукции земледелия и животноводства в фактическом периоде или на перспективу), ц/га;

K – коэффициент перевода сена в зеленую массу (как правило, равен 4);

C_c – фактическая площадь сенокосов, га;

Y_n – плановая или фактическая урожайность пастбищ, ц/га;

C_n – фактическая площадь пастбищ, га;

$Y_{\text{з.м.}}$ – плановая или фактическая урожайность трав (зеленая масса) на пашне, ц/га.

При наличии 500 га естественных сенокосов и 700 га пастбищ и планировании получения с 1 га соответственно 40 ц сена и 160 ц зеленої массы, и 260 ц/га зеленої массы трав на пашни получим площадь условной пашни – 738,5 га ($C=(40 \text{ ц/га} \cdot 4 \cdot 500 \text{ га} + 160 \text{ ц/га} \cdot 700 \text{ га})/260 \text{ ц/га}$). Предельное количество естественных сенокосов и пастбищ, равное 738,5 га условной пашни, обеспечивает в данном примере 192000 ц зеленої массы.

Следует отметить, что в наибольшем количестве естественными сенокосами и пастбищами обеспечены сельскохозяйственные предприятия Брестской, Витебской и Гомельской областей, имеющих соответственно 69,0; 69,1 и 64,2 га на 100 га пашни, что значительно больше среднего республиканского значения (56,2 га), тогда как Гродненская, Минская и Могилевская области имеют соответственно 47,1; 41,6 и 53,4 га. В Беларуси 60 районов имеют более высокое значение по сравнению со среднереспубликанским по наличию естественных сенокосов и пастбищ и 58 районов – более низкое значение. В шести районах республики на 100 га пашни приходится более 100 га лугопастбищных угодий естественного происхождения, к ним относятся в Брестской области – Ганцевичский, Дрогичинский и Столинский, в Гомельской – Житковичский, в Могилевской – Глусский и Краснопольский районы.

Наличие естественных сенокосов и пастбищ и их продуктивность следует учитывать при планировании структуры посевных площадей и производстве продукции земледелия и животноводства.

Информация о состоянии сельскохозяйственных земель нуждается в постоянном уточнении и обновлении. Фактически сегодня данные о качестве почв, их деградации и загрязнений являются выборочными. Для того чтобы эффективно применять на практике Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 № 1982-ХХII «Об охране окружающей среды» (в ред. Законов Республики Беларусь от 31.12.2010 № 228-3), Кодекс Республики Беларусь о земле от 23.08.2008 № 425-3 (в ред. Закона Республики Беларусь от 07.01.2011 г.), исходя из зарубежного опыта, в республике следует ввести систему ведомственного учета состояния плодородия почв и использования сельскохозяйственных земель. Для объективного контроля над состоянием и использованием земель предлагается вводить паспорт земельного участка, который на законодательной основе должен выдаваться владельцу сельскохозяйственных земель. В нем указываются основные пока-

затели, наиболее полно характеризующие состояние земли с учетом региональных особенностей. Участок должен быть сформирован как объект недвижимого имущества, то есть у него должны быть точные границы. Для этого геодезисты должны провести землеустроительные работы по установлению границ участка на местности – межевание. Такой паспорт будет служить документом, обосновывающим получение субсидий в случае надлежащего состояния земель и лишения субсидий в случае снижения показателей плодородия. Размеры таких субсидий, по мнению авторов, должны быть достаточно весомыми и аналогичны субсидиям, которые получают землепользователи, осуществляющие сельскохозяйственное производство в странах ЕС. Только в этом случае производственный экономический и экологический эффект от такого стимулирования будет соразмерен с финансовыми вложениями в землю. Ведение паспортов качества почв земельных участков, с учетом географических особенностей районов и изученной динамики фотосинтетической активной радиации, возможности климатических ресурсов, природно-энергетических потоков и структуры площадей, естественных и преобразованных экосистем, соблюдения норм оптимального сочетания биотических составляющих ландшафта, технологических условий территорий и плодородия земель для ведения аграрного производства позволит выделить «экологически устойчивые поля». В последствии отдельные площади этих полей можно сертифицировать для ведения органического производства и получения экологической продукции. Имея свод сведений о ресурсно-природном потенциале территорий и региона в целом, представляется возможным не только руководствоваться им и сертифицировать поля под органическое производство, но и разрабатывать мероприятия по сохранению и улучшению природных ландшафтов, восстановлению и повышению плодородия почв, организации аукционов по продаже земельных участков и предоставлении права их аренды для организации соответствующего данному участку производства, то есть заниматься менеджментом [3].

В 2010 году продуктивность сельскохозяйственных угодий Беларусь оценивалась – 34,5 ц. к. е. с одного гектара, в 2011 – 39,6 ц. к. е. До 2015 года ее предстоит увеличить, как минимум, до 40 ц. к. е. с перспективой увеличения в последующем до 50-60 ц. к. ед. с гектара [2]. Для этого безотлагательно требуется принять срочные меры по качественному улучшению сельскохозяйственных угодий, основными из которых являются: довести внесение органических удобрений до 55,7 млн. т в год (до 12 т на гектар пашни); обеспечить внесение минеральных удобрений до 1931 тыс. т действующего вещества, в том числе азотных – до 767 тыс. т, фосфорных – до 316 тыс. т, калийных – до 848 тыс. т (не менее 270 кг действующего вещества на гектар сельскохозяйственных угодий и

330 кг на гектар пашни); при внесении минеральных удобрений учитывать биологические потребности отдельных групп растений и использовать преимущественно только комплексные NPK-удобрения как наиболее эффективные и экономически оправданные; проводить ежегодное известкование сельскохозяйственных земель на площади не менее 474 тыс. га с внесением 2,2 млн. т доломитовой муки; осуществлять противоэрозионные мероприятия на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, на площади 2453 тыс. га.

В 2015 году Минсельхозпрод определил, а Совет Министров Республики Беларусь утвердил перечень 62 районов, которые относятся к неблагоприятным для производства сельхозпродукции. С этого года эти районы могут получать повышенную государственную поддержку, механизм выделения которой определен прошлогодним Указом Президента от 17.07.2014 № 347 «О государственной аграрной политике». Для оказания такой поддержки в местных бюджетах заложены определенные суммы денег. Более подробный экономический анализ и исследования этих районов показывают, что в 36 из них часть денежных средств целесообразно перенаправить в лесохозяйственный комплекс. В Брестской области к таким районам относятся: Дрогичинский, Ивановский, Пинский; в Витебской – Бешенковичский, Браславский, Верхнедвинский, Витебский, Глубокский, Лиозненский, Миорский, Поставский, Сенненский, Чашникский, Шарковщинский, Шумилинский; в Гомельской – Буда-Кошелевский, Ветковский, Гомельский, Добрушский, Калинковичский, Лоевский, Речецкий, Чечерский; в Минской – Березинский, Воложинский, Крупский, Лагойский, Стародорожский; в Могилевской – Бобруйский, Быховский, Дрибинский, Климовичский, Костюковичский, Славгородский, Хотимский, Чаусский. В этих районах земли с низким плодородием (меньше 23 баллов) целесообразно залесить. Их площадь составляет 282 тыс. га, в том числе в Брестской – 92, Витебской – 95, Гомельской – 62, Минской – 38 и Могилевской – 55 тыс. га, что равняется 10 % от имеющихся сельскохозяйственных угодий вышеперечисленных районов.

Перелив капитала в лесной комплекс позволит сладить перекосы в затратное сельскохозяйственное производство и торговлю, в большей мере способствовать модернизации и совершенствованию внутренней инфраструктуры сельских регионов, лучше использовать природные ресурсы, сохранить продовольственную безопасность, совершенствовать импорт. В терминологии ВТО эти направления субсидирования отвечают мерам «зеленой корзины» и по ним не применяются обязательства по их сокращению.

Для повышения эффективности работы сельскохозяйственных предприятий предлагаются следующие направления совершенствования производственной структуры и специализации субъектов хозяйствования

в зависимости от наличия и качества земельных ресурсов и включающие: приведение затрат на производство сельскохозяйственного сырья к нормативному уровню; повышение продуктивности отраслей сельского хозяйства; развитие материальной базы и технико-технологическое переоснащение агропромышленного производства; установление приоритета экономических показателей, характеризующих доходность производства, рентабельность продаж товаров, продукции, работ, услуг, окупаемость инвестиций, что позволит создать эффективный механизм оценки результатов хозяйствования, ориентирующий организацию АПК на укрепление экономики, способствующий наращиванию производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия на основе использования наиболее экономически выгодных организационных, технических и технологических подходов.

В целях приведения затрат на производство сельскохозяйственного сырья и продовольствия к нормативному уровню, предусматривается: реализовать научно обоснованные схемы размещения по регионам Республики экономически целесообразных видов производства сельскохозяйственной продукции для удовлетворения внутреннего и внешних рынков; сформировать целевые региональные системы земледелия, обеспечивающие снижение уровня удельных затрат на производство продукции и повышение экономической отдачи земли; внедрить интенсивные системы кормопроизводства, обеспечивающие получение сбалансированных по элементам питания кормов; реализовать ресурсосберегающие технологические процессы в земледелии и животноводстве на основе использования новейших технических средств; обеспечить строгое исполнение технологических регламентов производства продукции растениеводства и животноводства с установлением мер ответственности юридических лиц за их нарушение [4].

Таким образом, наши исследования по оптимизации структуры посевых площадей указывают на целесообразность сохранения удельного веса зерновых культур на уровне 2011-2012 годов, т.е. – 53-55 % в общей структуре сельскохозяйственных угодий, доведение площадей под многолетними травами до 0,85-1,0 млн. га к 2015 году, или их увеличение в 1,3-1,5 раза, при этом 90 % их структуры должны составлять бобовые и их смеси, что позволит наиболее полно удовлетворить потребность животноводческих отраслей в белке, на восполнение недостатка которого до настоящего времени приходится тратить валютные средства.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что совершенствование производственной структуры субъектов хозяйствования должно начинаться с внедрения экономически обоснованной и максимально оптимизированной, с точки зрения получаемой выгоды,

структурой посевов сельскохозяйственных культур, учитывающей различные факторы, основными из которых являются: качественная характеристика земельных угодий; наличие в достаточном количестве необходимых средств производства и трудовых ресурсов; необходимость обеспечения дешевой кормовой базой имеющихся отраслей животноводства и другие.

Обязательным условием при проведении структурных изменений в деятельности сельскохозяйственных организаций должно стать соблюдение технологии производства продукции, учитывающей особенности, характерные для конкретного предприятия.

Только в этом случае можно достигнуть прогнозных показателей работы АПК, предусмотренных Государственной программой устойчивого развития села на 2011-2015 годы, а именно: обеспечение роста продукции сельского хозяйства на 139-145 %; достижение показателя экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия на уровне 7,2 млрд долларов США; доведение объемов производства зерна до 12 млн т при урожайности 43 ц/га и выше, молока – 10,7 млн т, сахарной свеклы – 5,5 млн т при уде и урожайности соответственно 6,3 тыс. кг молока на корову, и 530 ц/га, реализации птицы (в живом весе) – 2 млн т и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валько, В.П. Агроэкологические особенности интенсивного земледелия / В.П. Валько, В.М. Синельников // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. научных трудов: вып. 5; под ред. Ю.А. Мажайского [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», 2012. – С. 290-295.
2. Показатели кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г.И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г.И. Кузнецова. – Минск: УП «Проектный институт Белгипромзем», 2010. – 126 с.
3. Романюк, Н.Н., Синельников, В.М. Экономико-правовые механизмы предотвращения снижения плодородия сельскохозяйственных земель в Беларуси // Актуальные вопросы экономики и управления АПК: материалы междунауч.-практ. конф., Рязань, 11-12 апреля 2013 г. / ФГБОУ ВПО «Рязанский гос. агротехнологич. университет»; редкол. Н.В. Бышов [и др.]. – Рязань, 2013. – С. 217–223.
4. Синельников, В.М. Действенный резерв дальнейшего развития АПК в условиях рыночной экономики / В.М. Синельников // Агропанorama, 2012. – № 4. – С. 37-39.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 30.10.2015

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИННОВАТИВНОСТИ КАК ФАКТОРА МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

М.М. Радко,

доцент каф. маркетинга и менеджмента БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Е.Ю. Быкова,

ст. преподаватель каф. маркетинга и менеджмента БГАТУ

В статье рассматривается проблема инновационного развития птицеводческой отрасли в условиях высококонкурентной рыночной экономики, представлена методика оценки инновативности «ТАТ» как основополагающего фактора стратегического развития, отражены рекомендации по адаптации организаций птицеводческой отрасли к изменяющимся факторам внешней среды с учетом инновационной стратегии.

Ключевые слова: птицеводство, инновативность «ТАТ», управление, стратегическая оценка, внешняя среда, стратегическое развитие.

The article deals with the problem of the innovative development of the poultry industry in a highly competitive market economy, provides a methodology to assess innovativeness «ТАТ» as a fundamental factor of the strategic development, reflected the recommendations on adapting the poultry industry to changing environmental factors based innovation strategy.

Keywords: poultry, innovative «ТАТ», management, strategic evaluation, the external environment, strategic development.

Введение

Основные направления развития организаций птицеводческой отрасли должны, прежде всего, быть направлены на формирование условий, гарантирующих надежное продовольственное обеспечение региона, развитие эффективного и устойчивого к внешним факторам производства продукции птицеводства, повышение ассортимента инновационной продукции, увеличение доли продукции местных товаропроизводителей на отечественном и зарубежном рынках в соответствии с их быстроизменяющимися требованиями. Данный факт обуславливает разработку актуальной и эффективной стратегии развития организаций птицеводческой отрасли с учетом их инновативности.

Основная часть

Общеизвестно, что перспективная конкурентоспособность и динамика развития спроса на отдельных рынках оказывают значительное влияние при формировании эффективной стратегии развития птицеводства. На данном этапе птицеводческая отрасль Республики Беларусь вполне способна удовлетворить как внутренний, так и внешний спрос на конечную продукцию птицеводства.

Основным средством успешной адаптации хозяйствующих субъектов к неопределенным и быстро меняющимся условиям среды является эффективный механизм, обеспечивающий формирование и реали-

зацию такого варианта развития, который обеспечит наилучшие в сложившейся ситуации конечные результаты.

В этой связи в настоящей статье предлагается организационно-экономическая модель эффективной деятельности организаций птицеводческой отрасли в виде схемы функциональных связей между социально-экономическими факторами. В данной модели определена четкая расстановка функций и целей субъектов, возникающих в процессе функционирования организаций птицеводства в рамках взаимодействия с внешней и внутренней средой, в том числе акцентировано внимание на связь с государством и вышестоящими структурными подразделениями.

В модели выделены основные функциональные особенности и цели стратегического развития внутренних и внешних факторов в рамках птицеводческой отрасли (рис. 1).

Среди внешних факторов выделены государственные органы, потребители и поставщики, научно-исследовательские институты. Среди внутренних – производственные, экономические, организационные, социальные, инновационные. Для каждого из факторов определены стратегические цели в соответствии с программой развития птицеводческой отрасли. Функциональные характеристики факторов внешней и внутренней среды представлены в сжатом виде с учетом направлений и целей развития, как отдельной организации, так и отрасли птицеводства в целом.

Внешние факторы

- Государственные органы → повышение экономического уровня отрасли
 - государственное регулирование, меры по развитию отрасли
 - налоговая, денежная и таможенная политика
- Потребители → удовлетворение потребности с учетом качества и цены
 - потребление и покупка товаров, варьирование спроса
- Научно-исследовательские институты → развитие технологий
 - разработка инновационных технологий производства и ноу-хау
 - создание высокопродуктивных кроссов
- Поставщики и подрядчики → сохранение сферы взаимодействия
 - своевременность доставки ветпрепаратов, кормов, оборудования
 - оказание посреднических услуг

Внутренние факторы

- Производственные → оптимизация производственного процесса
 - использование высокопродуктивных кроссов птиц
 - создание экологически чистых товаров
 - расширение ассортимента продукции
 - рационализация ресурсов
 - использование результатов НТП в области птицеводства
 - сотрудничество с организациями пищевой и легкой промышленности при переработке отходов
- Экономические → повышение экономической эффективности деятельности организации
 - совершенствование стратегической политики организаций
 - развитие маркетинговых программ товародвижения
 - снижение затрат на производство птицепродукции
 - создание фирменных магазинов с ценой от производителя
 - совершенствование формирования денежной стоимости товарной продукции
- Организационные → совершенствование организации и управления организацией
 - привлечение иностранных инвестиций
 - совершенствование управления организацией и производственным процессом
- Социальные → социальная адаптированность работников
 - повышение уровня квалификации и профессионализма персонала
 - создание благоприятных условий труда для работников организации
- Инновационные → развитие инноваций отрасли
 - сотрудничество птицеводческих организаций с научно-исследовательскими институтами
 - создание отдела развития инновационных технологий отрасли

Рисунок 1. Функциональные особенности организационно-экономической модели факторов эффективной деятельности организаций птицеводческой отрасли

Выявленные функциональные роли факторов внешней и внутренней среды дают возможность объективной оценки взаимодействия организаций птицеводческой отрасли в рамках производственной деятельности и за ее пределами. Производственные факторы нацелены на совершенствование технологической линии производства, рационализации ресурсов и возможности переработки основных, вспомогательных и отходных видов продукции. Экономические факторы обеспечивают максимизацию сбыта и эффективность финансовой деятельности организации, соци-

альные – удовлетворение нужд работников и создание качественного трудового потенциала, организационные – совершенствование управления подразделениями и всей организацией. Главнейшими факторами внутренней среды являются инновационные, стимулирующие развитие отрасли с использованием новейших методов и технологий. Сотрудничество с научно-исследовательскими институтами дает возможность реализации программы инновационного развития организаций и отрасли в рамках государственного регулирования.

Таким образом, распределение и систематизация функциональных ролей позволяет определить долю ответственности и значимости каждого фактора в процессе инновационного развития отрасли.

Разделяя мнение исследователей по системной трактовке содержания механизма, определено, что механизм инновационного развития может быть рассмотрен и как совокупность взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, составляющих целостное образование.

Возможности инновационного развития организаций птицеводческой отрасли поддерживаются государственным регулированием, организационно-экономический механизм которого включает:

- систему налоговых стимулов для повышения инновационной активности;
- развитие венчурных подразделений и специализированных фондов стимулирования инновационной деятельности;
- совершенствование правового регулирования деятельности организаций отрасли;
- поддержку регионов по созданию региональной инновационной системы с выделением бюджетных грантов;
- создание отраслевых фондов прямых инвестиций;
- долевое участие государства в компенсации затрат на зарубежное патентование;
- создание специализированных подразделений – советов, комитетов или рабочих групп по разработке технической (инновационной) политики;
- развитие конкурсных принципов распределения средств на научные программы и проекты при открытости принимаемых решений и привлечении научного сообщества к контролю за использованием средств;
- создание условий и предоставление необходимых ресурсов для участия ученых в международных проектах;
- стимулирование интеграции научных и образовательных структур и формирование на их основе региональных инновационных кластеров;
- совместное с государством финансирование инновационных проектов, выполняемых в рамках развития птицеводческой отрасли по направлениям, приоритетным для государства.

Однако на современном этапе, в условиях финансового кризиса, стратегическая программа развития птицефабрик должна быть скорректирована с учетом воздействия социально-экономических, технологических и финансовых реалий внутренних факторов развития и состояния организации.

Исходя из этого, усовершенствованная методика рейтинговой стратегической оценки птицеводческих организаций с учетом их производственно-экономической и финансовой деятельности [1].

Наиболее значимыми и существенными стоимостными показателями были выбраны: валовой до-

ход, прибыль от реализации птицеводческой продукции, государственные дотации и рентабельность продаж. Но эти показатели не могут в полной мере отразить эффективность деятельности, рациональность использования имеющихся ресурсов, возможность стратегического развития. В связи с этим предлагается использование дополнительного показателя оценки – инновативности «ТАТ», который понимается как скорость (темп) разработки и реализации инновационной стратегии. Имеется в виду интенсивность действий по созданию и продвижению новшеств, проведению стратегических инновационных изменений. Такая интенсивность характеризуется комплексом показателей, включающих итоговый показатель инновативности «ТАТ» (turn – around – time) [2].

1. Обновляемость продукции представляет собой коэффициент, который характеризует соотношение новой и старой продукции в годовом плане производства. Новой в мировом промышленном производстве считается такая продукция, которая в современных динамичных условиях рынка выпускается в течение одного – трех лет, но не более пяти. Коэффициент обновления продукции на многих зарубежных промышленных фирмах задается как плановый показатель в общем объеме производства и продаж. Например, в крупнейших американских корпорациях планом предусматривается ограничение выпуска старой продукции в пределах 25 % годового объема производства.

2. Обновляемость технологии и технологического оборудования характеризует интенсивность обновления технического оборудования и исчисляется как отношение стоимости вновь поступившего оборудования за отчетный период к его стоимости на конец этого же периода.

3. Обновляемость знаний персонала представляется как оценка квалификационного и профессионального роста сотрудников организаций птицеводческой отрасли.

4. Обновляемость организационных структур является наиболее сложной категорией, которая несет качественную характеристику степени изменений в организационных и корпоративных структурах организаций. Данный показатель предлагается оценивать по количеству новых и обновленных структурных подразделений исходя из их общего количества в организации.

Предлагаемые показатели включают степень инновативности организации: уровень обеспеченности организаций обновленными мощностями, стабильность в развитии персонала и степени управления им, необходимость и возможность производства инновационных видов продукции [3, с. 267-268].

Для получения итоговой оценки инновативности «ТАТ» производится суммирование полученных оценок по каждому показателю с учетом рейтинговых весов, полученных эксперты путем

$$D_i = a_k D_{ik} I \in I_o, k \in K_o \quad (1)$$

где D_i – итоговая оценка инновативности «ТАТ» i-ой организации;

a_j – коэффициент веса j-го показателя оценки инновативности «ТАТ»;

D_{ik} - значение k-го показателя оценки инновативности «ТАТ» i-ой организации.

i – номер организации птицеводческой отрасли;

I_o – множество птицеводческих организаций;

k – номер показателя инновативности «ТАТ»;

K_o – множество показателей оценки инновативности «ТАТ».

По каждому из изложенных показателей производится расчет за период минимум в три года.

Апробация данной методики за период 2012–2014 гг. по организациям Минской области представлена в таблице 1.

По полученным значениям показателя инновативности «ТАТ» можно судить о высокоадаптируемой системе управления ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» и ОАО «Кленовичи».

Аналогичным образом рассчитываются показатели оценки производственно-экономической деятельности и финансового состояния исследуемых организаций.

Для получения итоговой стратегической оценки

находим среднее значение суммы полученных оценок по каждому показателю

$$R_i = \frac{\sum_j^n D_{ij}}{n}, i \in I_o, j \in J_o, \quad (2)$$

где R_i – итоговая рейтинговая оценка i-ой организации;

D_{ij} – стратегическая оценка i-ой организации по j-показателю;

j – номер стоимостного показателя производственно-экономической деятельности;

J_o – множество стоимостных показателей.

n – количество исследуемых стоимостных показателей производственно-экономической деятельности птицеводческих организаций.

Суммарные стратегические оценки приведены в таблице 2 по категориям показателей в динамике.

Заключение

В результате проведенного исследования определена оценка стратегической позиции птицеводческих организаций Минской области, где очевидным лидером является ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский». Кроме того, ОАО «Кленовичи» обладает как высокими рейтинговыми оценками, так и выявленными выше стабильными показателями деятельности и, как следствие, является потенциальной высококонкурентной

Таблица 1. Показатели оценки инновативности «ТАТ» организаций птицеводческой отрасли Минской области за 2012–2014 гг.

Наименование организации	Инновативность «ТАТ»	В том числе			
		Обновляемость продукции	Обновляемость технологического оборудования	Обновляемость знаний персонала	Обновляемость организационных структур
Коэффициент веса	–	0,37	0,31	0,18	0,14
ОАО «Смолевичи Бройлер»	0,297	0,27	0,511	0,17	0,055
РСУП «Племптицезавод «Белорусский»	0,245	0,17	0,514	0,031	0,12
ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский»	0,293	0,19	0,485	0,24	0,21
ОАО «Кленовичи»	0,286	0,21	0,518	0,19	0,10

Таблица 2. Стратегические оценки организаций птицеводческой отрасли Минской области за 2012–2014 гг.

Наименование организации	Финансовое состояние	Производственно-экономическая деятельность	Инновативность «ТАТ»	Итоговая стратегическая оценка
ОАО «Смолевичи Бройлер»	0,573	0,514	0,297	0,461
РСУП «Племптицезавод «Белорусский»	0,411	0,397	0,245	0,351
ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский»	0,720	0,681	0,293	0,565
ОАО «Кленовичи»	0,639	0,593	0,286	0,506

развивающейся организацией с характерной инновационной стратегией в существующей рыночной среде. РСУП «Племптицезавод «Белорусский», у которого показатель стратегической оценки самый низкий из анализируемых, в данном случае следует пересмотреть существующую производственную стратегию и заменить на стратегию развития с возможностью диверсификации производства.

Благодаря вышеизложенной методике, птицеводческие организации могут реально оценивать свои позиции с точки зрения стратегического планирования в области внедрения инновационных проектов или использования инвестиций. В данном случае предлагается возможность предвидеть использование той или иной управлеченческой стратегии, нацеленной на необходимое в силу существующего постоянно развивающегося рынка использование современных технологий производства; постоянное исследование рынка, как со стороны конкурентов, так и потенциальных покупателей; внедрение новых и совершенствование продаваемых товаров; расширенное использование информационных ресурсов и технологий. При этом совершенствование стратегического управления птицеводческими организациями не должно ограничиваться региональными и производственными рекомендациями. Возможен и необходим комплексный прогнозный вариант государственного управления исследуемой отраслью с учетом представленной методики и выявленных положительных и отрицательных характеристик организаций. Одним из вариантов данного механизма управления является создание корпораций в зависимости от месторасположения и производственной направленности, специализации организаций, что позволит более широко использовать имеющиеся ресурсы и производственные мощности, а также на основе разработанных высокопродуктивных кроссов совершенствовать техно-

логические процессы выпускаемой продукции. Завершающим и важнейшим, по мнению авторов, условием повышения эффективности деятельности и конкурентоспособности птицеводческих организаций является наличие высококвалифицированных специалистов, благодаря которым при правильном выборе той или иной стратегии развития организаций, а соответственно, и вариантов для ее осуществления и постоянного контроля, отечественная птицеводческая продукция сможет выйти на международный высококонкурентный рынок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быкова, Е.Ю. Рейтинговая оценка инвестиционной привлекательности птицеводческих предприятий Минской области / Е.Ю. Быкова // Научные труды факультета предпринимательства и управления БГАТУ: материалы Междунар. науч.-практ. конф., редкол.: И.М. Морозова [и др.]. – Минск, 2011. – С. 233-236.
2. Быкова, Е.Ю. Инновативность ТАТ как фактор оценки инновационной стратегии птицеводческих предприятий Республики Беларусь / Е.Ю.Быкова // Фундаментальні та прикладні проблеми підприємницької діяльності в аграрному секторі: Міжнар. наук.-практ. конф. – Ч. 1 / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2015. – Ч. 1. – С. 276-279.
3. Радъко, М.М. Особенности управления хозяйственными рисками птицеводческой отрасли / М.М. Радъко, М.Е. Радъко, Е.Ю. Быкова // Агропанорама, 2015. – № 2. – С. 32-35.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.11.2015

Радиоволновой влагомер зерна

Предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и обеспечивает автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 mA, а также интерфейс RS-485.

Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна	от 9 до 25%
Основная абсолютная погрешность	не более 0,5%
Температура контролируемого материала	от +5 до +65°C
Цена деления младшего разряда блока индикации	0,1%
Напряжение питания	220 В 50Гц,
Потребляемая мощность	30ВА

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2015 ГОДУ

№ 1/2015

Г.И. ГЕДРОЙТЬ, А.Ф. БЕЗРУЧКО, А.В. МАТУСЕВИЧ	Влияние параметров шин и элементов компоновки колесных ходовых систем на показатели взаимодействия их с почвой
И.А. КОЛТОВИЧ	Совершенствование средств измерений и методов, используемых при испытаниях тормозных систем тракторов «БЕЛАРУС»
В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, Н.Г. СЕРЕБРЯКОВА, А.П. НОВИКОВ, Д.А. МАТЕРН	Возможные способы продления срока использования полевых досок плуга
В.В. ЛИТВЯК	Особенности получения функционированной крахмало-содержащей добавки
Л.В. ЛАГОДИЧ	Развитие системы менеджмента качества и безопасности продовольствия в Республике Беларусь
М.М. РАДЬКО, П.Н. ШАГОВ, М.Е. РАДЬКО	Резерв повышения экономической эффективности продукции молочного скотоводства
С.К. МАТАЛЫЦКАЯ, Н.Н. КИРЕЕНКО, А.Н. РУСАКОВИЧ	Анализ затрат на производство продукции животноводства: методика и информационное обеспечение
О.Ю. ШАНЬКО	Перспективы кооперации в плодоовощном подкомплексе на примере предприятий Минской области
Е.С. ПАШКОВА	Гармонизация цен на белорусское детское питание с мировыми: значение и методика
С.Л. КУЛАГИН	Генезис взаимодействия инноваций и механизма государственно-частного партнерства в АПК Беларуси

№ 2/2015

А.В. КИТУН	Определение технологических параметров мобильных раздатчиков кормов
Д.А. ЖДАНКО, Д.И. СУШКО, И.В. ЗАГОРОДСКИХ	Оценка технического состояния агрегатов гидростатической трансмиссии по значению объемного КПД
Л.Г. ШЕЙКО, А.В. НОВИКОВ, В.Н. КЕЦКО, А.Ф. СТАНКЕВИЧ	Совершенствование способов внесения жидких отходов калийного производства при возделывании кукурузы
В.Г. АНДРУШ, А.И. ФЕДОРЧУК, А.Г. ФИЛИППОВИЧ	Совершенствование системы безопасности труда на животноводческих фермах
В.С. ГУЦЬ, О.О. ГУБЕНЯ, О.А. КОВАЛЬ	Моделирование движения грузов при паковании
М.А. ПРИЩЕПОВ, Е.С. ПАШКОВА, Л.А. РАСОЛЬКО, Л.П. СМОЖЕВСКАЯ, И.А. ДЕМБИЦКАЯ	Технологические подходы к разработке ассортимента конкурентоспособных детских консервированных продуктов питания
А.А. БЕВЗЕЛЮК, А.П. ШКЛЯРОВ	Совершенствование оценки эффективности и риска инвестиций
М.М. РАДЬКО, Е.Ю. БЫКОВА, М.Е. РАДЬКО	Особенности управления хозяйственными рисками в птицеводческой отрасли
Л.В. КОРБУТ, К.Н. СОБОЛЬ	Новая парадигма сельской политики в Европейском союзе: специфика, приоритеты, инструменты
О.А. КАЗАКОВ	Анализ энергоемкости производства овощей защищенного грунта (на материалах тепличных предприятий Гомельской области)

С.Л. КУЛАГИН	Методическое обеспечение инновационного развития АПК на основе реализации кластерной формы государственно-частного партнерства
--------------	--

№ 3/2015

Ю.Н. ГНЕДЬКО, Д.Ф. КОЛЬГА, А.И. ПУНЬКО, Г.Г. ТЫЧИНА	К вопросу исследования вальцового измельчителя зернофуража
Л.М. АКУЛОВИЧ, Н.С. ХОМИЧ, Л.Е. СЕРГЕЕВ	Финишная абразивная обработка эвольвентных поверхностей в магнитном поле
Д.И. КОМЛАЧ, В.В. ГОЛДЫБАН, В.Н. ЕДНАЧ	Определение энергетических показателей вальцового ворохочистителя
Г.Ф. БЕТЕНЯ, А.В. КРИВЦОВ	Упрочнение деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин в условиях импульсного закалочного охлаждения
А.В. КИТУН	Расчет параметров сепаратора-сливкоотделителя молока
Г.И. ЯНУКОВИЧ, Н.Г. КОРОЛЕВИЧ, В.М. ЗБРАДЫГА	Исследование возможности параллельной работы трансформатора со схемой соединения обмоток Y/YнСУ с трансформатором Y/Yн
Е.А. ГОРОДЕЦКАЯ, Н.Н. ВЕЧЕР, В.С. КОРКО, И.Б. ДУБОДЕЛ, Ю.К. ГОРОДЕЦКИЙ	Электрофизический метод сепарации для ускорения прорастания мелкосемянных культур
Ю.Т. АНТОНИШИН	Влияние состава на самофлюсуюемость наплавочных порошков для упрочнения почврежущих элементов
В.М. СИНЕЛЬНИКОВ	Экономические предпосылки интеграции предприятий картофелепродуктового подкомплекса
А.В. ЧИРИЧ	Анализ эффективности инвестиций в развитие социальной инфраструктуры села Республики Беларусь
М.М. РАДЬКО, Ю.А. НАРВОЙШ	Совершенствование управления интегрированными структурами АПК Республики Беларусь

№ 4/2015

И.С. КРУК, Ю.В. ЧИГАРЕВ, Ф.И. НАЗАРОВ, П.В. КОСОВСКИЙ	Экспериментальные исследования уплотняющего воздействия на почву рабочего органа катковой приставки
Ю.М. УРАМОВСКИЙ, П.В. АВРАМЕНКО	Обоснование параметров процесса внесения жидкого консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна
В.М. ПОЗДНЯКОВ, С.А. ЗЕЛЕНКО, Г.В. МЫСЛИВЕЦ	Оптимизация режимно-конструктивных параметров работы вибропневматического оборудования при разделении семян лука по удельной плотности
В.Н. МАСАЛАБОВ	Динамика неустановившегося поворота двухмашинного посевного машинно-тракторного агрегата
В.Я. ГРУДАНОВ, Э.И. ПОЛДИВЕЙНИ, В.М. ПОЗДНЯКОВ, А.И. ЕРМАКОВ	Технологические особенности производства карамельного солода на новом обжарочном аппарате
Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, А.Г. ЦУБАНОВ, И.А. ЦУБАНОВ	Перспективы применения тепловых насосов в Беларуси
В.А. ДАЙНЕКО, И.И. ГУРГЕНИДЗЕ, Е.М. ПРИЩЕПОВА	Обоснование целевой функции и критерия оптимизации конструктивных и технологических параметров системы электропривода вальцовых плющилок – измельчителей зерна
А.А. ПОПКОВ, М.М. РАДЬКО	Оценка эффективности животноводства в инновационном пути развития
Е.С. ПАШКОВА	Комплекс мероприятий по совершенствованию маркетинговой деятельности белорусских производителей детского питания
Т.А. ГУРИНОВИЧ	Мировые тенденции развития органического сельского хозяйства

№ 5/2015

Е.Я. СТРОК, Л.Д. БЕЛЬЧИК, А.Г. СНИТКОВ, С.В. САВЧУК	Определение энергетических характеристик способов регулирования скорости исполнительного механизма электро-гидравлического привода навесного устройства трактора
Е.В. ГАЛУШКО, Н.Г. СЕРЕБРЯКОВА, А.Г. СЕНЬКОВ, А.М. КАРПОВИЧ, К.М. ШЕСТАКОВ	Применение технологий поддержки принятия решений в программе балансирования рационов
И.А. ЦАРУК	Агрохимические показатели деградированных торфяных почв Брестской области в условиях интенсификации их сельскохозяйственного использования
Е.М. БУРЛУЦКИЙ, В.Д. ПАВЛИДИС, М.В. ЧКАЛОВА	Пути усовершенствования процесса дробления зернового материала и их анализ инженерно-математическими методами
Л.В. САФРОНЕНКО, Н.К. ЖАБАНОС, Н.Н. ФУРИК, Е.В. САФРОНЕНКО	Разработка заквасок для производства детских молочных продуктов
Н.К. ТОЛОЧКО, В.С. КОРКО, А.Н. ЧЕЛЕДИНОВ, З.Е. ЕГОРОВА	Ультразвуковая очистка поверхности яблок от микробиальных загрязнений
А.И. ШАКИРИН	Моделирование квазистационарных процессов теплопередачи электротепловыми моделями с нелинейными резистивными и емкостными элементами
И.В. КУЛАГА, А.П. ШКЛЯРОВ	Аналитический обзор состояния и перспектив развития основных отраслей и производств картофелепродуктового подкомплекса Беларуси
С.Л. БЕЛЯВСКАЯ	Особенности, принципы и направления обеспечения конкурентоспособности плодовоовощной продукции
А.Г. ВАБИЩЕВИЧ, М.А. ПРИЩЕПОВ, Н.Д. ЯНЦОВ	Роторная картофелесажалка для подсобных хозяйств

№ 6/2015

Ю.И. ТОМКУНАС, В.Н. КЕЦКО, А.А. ГОНЧАРКО	Влияние технического состояния машинно-тракторных агрегатов на экологическую безопасность окружающей среды
А.А. АУТКО, М.Б. ГАРБА, А.А. ШУПИЛОВ	Механизация производства кассетной рассады овощных культур
В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, Д.А. ЖДАНКО	О совершенствовании конструкции полунавесных плугов для повышения эффективности использования системы автоматического регулирования
А.С. ВОРОБЕЙ	Машины для подготовки почвы и ухода за посевами топинамбура и картофеля при грядовой технологии возделывания
М.А. ПРИЩЕПОВ, Л.А. РАСОЛЬКО, Е.С. ПАШКОВА, В.В. МАРКЕВИЧ, Л.П. СМОЖЕВСКАЯ, И.А. ДЕМБИЦКАЯ	Новые продукты, обогащенные эссенциальными ингредиентами
А.Г. ЦУБАНОВ, А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	Влияние геометрических и режимных параметров на эффективность кожухотрубчатых теплоутилизаторов
С.С. НЕФЕДОВ, А.В. КРУТОВ	Электрообработка жидкого субстрата птичьего помета с целью интенсификации метанообразования
В.Н. ШТЕПА	Экспериментально-аналитические исследования комбинированных систем водоочистки
Э.М. БОДРОВА, М.В. СИНЕЛЬНИКОВ	Структуры сельскохозяйственных организаций в зависимости от количества и качества земельных ресурсов
М.М. РАДЬКО, Е.Ю. БЫКОВА	Методика оценки инновативности как фактора модели стратегического развития организаций птицеводческой отрасли

—Правила для авторов—

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обоснованные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер.

Приказом ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 (в редакции приказа ВАК от 2.02.2011 г. № 26) журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным (зоотехния) наукам.

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, представляемая в редакцию, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см 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 не сколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии и рисунки должны быть представлены в электронном виде в отдельных файлах формата *.tif или *.jpg с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

индекс УДК;

название статьи;

фамилию и инициалы, должность, ученую степень и звание автора (авторов) статьи;

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);

заключение, завершающее четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

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

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

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

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

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

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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

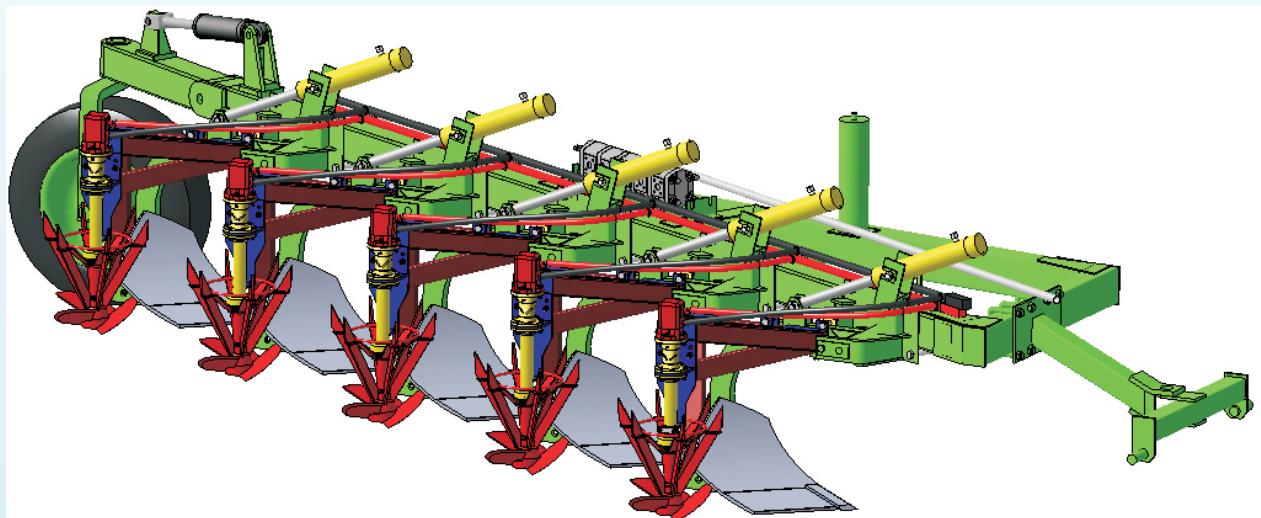
Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:

*220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99,
корп. 5, к. 602; 608. БГАТУ*

Плуг с комбинированными рабочими органами и гидравлическими предохранителями

Предназначен для вспашки различных почв на глубину до 27 см, с удельным сопротивлением до 0,1 МПа (1 кгс/см²), влажностью обрабатываемого слоя до 25 %, высотой пожнивных остатков и травостоя до 20 см, уклоном поля до 8°, засоренных камнями различных размеров и форм.

Применение плуга с комбинированными рабочими органами за счет двухпоточной передачи через ВОМ и прицепное устройство трактора позволяет полностью использовать мощность двигателя, снизить тяговое сопротивление и значительно повысить качество вспашки по сравнению с лемешно-отвальныхными плугами.



Основные технические данные

Тип плуга	полунавесной
Тип корпуса	комбинированный
Рабочая скорость движения, м/с	2,1...2,6
Ширина захвата, м	2,0
Максимальная глубина вспашки, м	0,27
Ширина захвата рабочего органа, м	0,4
Число рабочих органов, шт.	5
Привод роторов и тип моторов	гидростатический, МР-100
Частота вращения ротора, с ⁻¹	2...6
Расстояние от опорной поверхности до оси рамы, м	0,7
Транспортный просвет, м	0,5
Масса плуга, кг	1780
Габаритные размеры, мм	
– длина	6300
– ширина	2840
– высота	1150
Трактор	Беларус 1523
Мощность двигателя, кВт	114
Количество обслуживающего персонала, чел.	1

