

## **ОПЫТ РАЗРАБОТКА ПОТОЧНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ СВИНЬЯМ**

### *Резюме*

*В статье описываются результаты разработки РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» технологического оборудования для механизации основных технологических процессов на свиноводческих фермах. Все комплекты оборудования прошли приемочные испытания и соответствуют техническим условиям. Эти комплекты используются при реконструкции и новом строительстве свинокомплексов по новым инновационным технологиям.*

**Ключевые слова:** *приготовление и раздача корма, использование кукурузы, автоматизация*

### **Vasilij Nikolaevich GUTMAN**

Educational establishment «Belarusian state agrarian technical university», Minsk, Republic of Belarus

e-mail: gutman.v.n@gmail.com

## **EXPERIENCE OF THE DEVELOPMENT PERMANENT OF MECHANIZED LINES FOR THE PREPARATION AND DISTRIBUTION OF FEED TO PIGS**

### *Summary*

*The article describes the results of the development of technological equipment for mechanization of the main technological processes at pig farms in RUE «SPC NAS of Belarus for agriculture mechanization» preparation and distribution of feed and automation of the main technological processes. All sets of equipment passed acceptance tests and approved technical conditions. These kits are widely used in the reconstruction and new construction of pig complexes based on the new innovative technologies.*

**Key words:** *preparation and distribution of feed, use of maize, automation*

## **DOŚWIADCZENIA W TWORZENIU ZMECHANIZOWANYCH LINII PRODUKCYJNYCH DO PRZYGOTOWANIA I DYSTRYBUCJI PASZ DLA TRZODY CHLEWNEJ**

### *Streszczenie*

*W artykule opisano efekty rozwoju w RUE «SPC NAS Białorusi ds. mechanizacji rolnictwa» urządzenia do mechanizacji głównych procesów technologicznych w hodowli trzody chlewnej w zakresie przygotowania i dystrybucji pasz oraz automatyzacji głównych procesów technologicznych. Wszystkie zestawy sprzętu poddano testom akceptacyjnym oraz zatwierdzono warunki techniczne. Zestawy te są szeroko stosowane w modernizacji i rozbudowie kompleksów dla trzody chlewnej w nowej innowacyjnej technologii.*

**Słowa kluczowe:** *przygotowanie i dystrybucja pasz, wykorzystanie kukurydzy, automatyzacja*

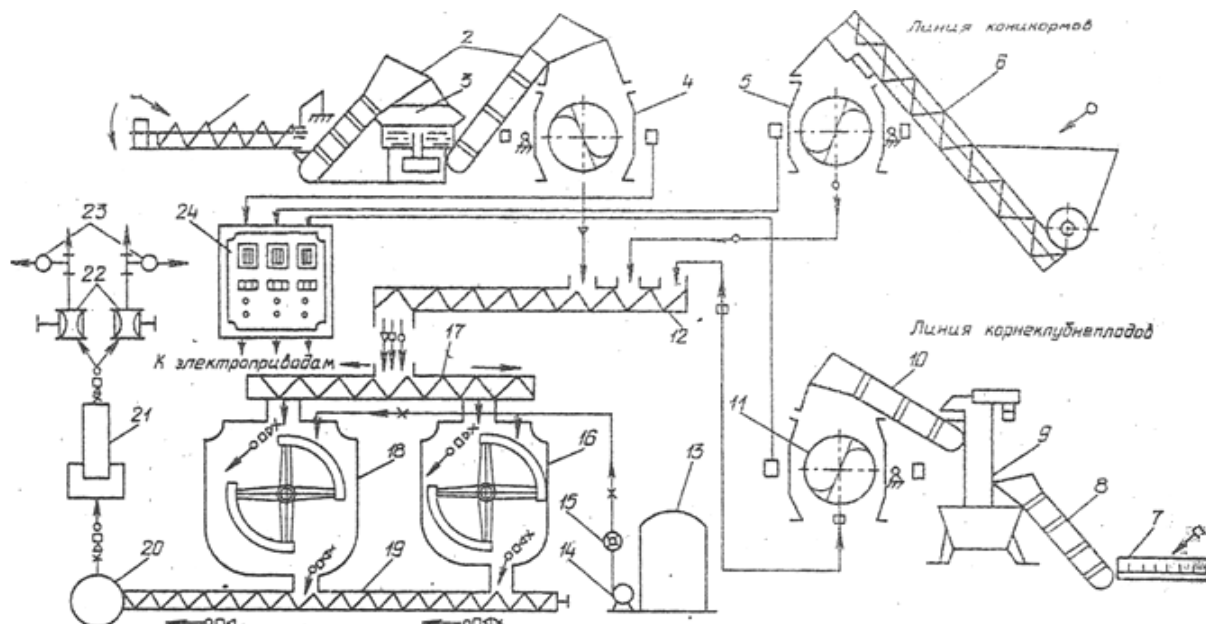
Доктором технических наук, профессором В.И. Передней разработана поточная механизированная технология приготовления кормосмесей на основе теории поточности, совмещения операций, оптимизации количества машин в технологических процессах. На ее основе впервые в СССР созданы и поставлены на серийное производство комплекты оборудования для приготовления рассыпных кормосмесей КОРК-15 и его модификации, которые были вписаны в типовые проекты для строительства ферм КРС. Базовой машиной всех кормоцехов являлся измельчитель-смеситель кормов непрерывного действия ИСК-3 [1].

На основании положений, разработанных профессором В.И. Передней, в лаборатории механизации и автоматизации технологических процессов в свиноводстве и птицеводстве также были проведены исследования по разработке поточных механизированных технологий

приготовления и раздачи кормосмесей свиньям. Базовыми машинами здесь явились смесители кормов одновальные СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6, на основании которых разработаны кормоцехи ОКС-1; ОКС-3 и ОКС-12 [2].

Для механизированной подачи и измельчения зеленой массы разработаны и изготовлены экспериментальные образцы шнекового питателя ПКШ-1 и режущие элементы к ИСК-3. Они обеспечат снижение металлоемкости линии зеленой массы в 2–3 раза по сравнению с серийным питателем ПЗМ-1,5.

Разработаны дозатор кормовых компонентов ДКК-1 и система управления его работой, применение которых дает возможность дозировать все компоненты рациона (концкорма, корнеклубнеплоды, зеленую массу) по заданному рецепту. Система управления позволяет оператору с пульта в течение нескольких минут задать состав нового рациона.



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 1. Технологическая схема кормоцеха: 1 – шнековый питатель; 2, 10 – транспортеры ТС-Ф-40; 3 – измельчитель ИСК-ЗА; 4, 5, 11 – дозаторы ДКК-1 зеленой массы, концкормов и корнеплодов; 6 – питатель ПК-6; 7 – транспортер ТСН-160; 8 – транспортер ТК-5; 9 – мойка-измельчитель ИКМ-Ф-10; 12, 17, 19 – сборный, реверсивный и выгрузной шнеки КВ-Ф-40; 13 – резервуар В2-ОМ-25; 14 – насос; 15 – счетчик УКВ; 16, 18 – смесители СКО-Ф-3; 20 – уловитель примесей; 21 – насос ОДК-35; 22, 23 – шланговый и шаровой затворы; 24 – пульт управления

Ris. 1. Tekhnologicheskaya shema kormoцехa

Fig. 1. Technological diagram of the feeding section: 1 – screw feeder; 2, 10 – TS-F-40 conveyors; 3 – ISK-ZA feed grinder; 4, 5, 11 – DKK-1 feeders of the green matter, finished feed and root crops; 6 – PK-6 feeder; 7 – TSN-160 conveyor; TK-5 conveyor; 9 – IKM-F-10 feed washer-grinder; 12, 17, 19 – KV-F-40 picking up, reversive and discharging augers; 13 – V2-OM-25 – tank; 14 – pump; 15 – UHF gauge; 16, 18 – SKO-F-3 mixers; 20 – pollutant catcher; 21 – ODK-35 pump; 22, 23 – sludge and ball closures; 24 – direction control

Для доставки кормосмесей влажностью до 75% с повышенными дозами зеленых и сочных кормов создан насос объемного действия и на его базе комплект оборудования ОДК-35 [3].

Комплекты обеспечивают прием, накопление и подачу корнеклубнеплодов на мойку, измельчение вымытых корнеклубнеплодов, дозирование измельченной массы и подачу в смесители (линия корнеклубнеплодов); прием и подачу предварительно измельченной зеленой массы из-под комбайнов, ее дополнительное измельчение, дозирование и подачу в смесители (линия измельчения зеленой массы); прием, накопление, дозирование сухих концкормов, подачу их в смесители (линия концкормов); прием, накопление и нормированную подачу (по расходомерам) обраты, сыворотки в смесители кормов, а также воды (линия обраты и воды); дистанционное управление дозирующими устройствами (линия дозирования кормов); смешивание кормовых компонентов с тепловой обработкой или без нее (линия смешивания и тепловой обработки кормов); выдачу и доставку готовых смесей из кормоцеха в свиноводческие помещения. Обслуживает цех оператор.

Применение такого комплекта оборудования кормоцеха (рисунок 1), его рациональное размещение по сравнению с типовыми решениями снижает затраты труда на выполнение технологического процесса на 66%, стоимость строительства и материалоемкость оборудования – на 20%, расход воды на мойку корнеклубнеплодов – в 3–5 раз, энергозатраты – в 1,3–1,4 раза [4, 5].

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в период с 1986 года созданы смесители кормов одношальные СКО-Ф-3, СКО-Ф-6 (рисунок 2) взамен двухшальных смесителей С-2 и С-12, обладавших большой металлоемкостью и низкой равномерностью смешивания.



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 2. Смеситель кормов одношальный СКО-Ф-6

Ris. 2. Smesitel' kormov odnoval'nyj SKO-F-6

Fig. 2. SKO-F-6 one-shaft mixer

Использование смесителей СКО-Ф-3, СКО-Ф-6 позволило уменьшить площадь кормоцехов в 1,5 раза и снизить металлоемкость на 30%.

В этот же период был модернизирован раздатчик-смеситель РС-5Б (рисунок 3) с целью улучшения условий труда операторов и повышения производительности при раздаче кормосмесей [3].

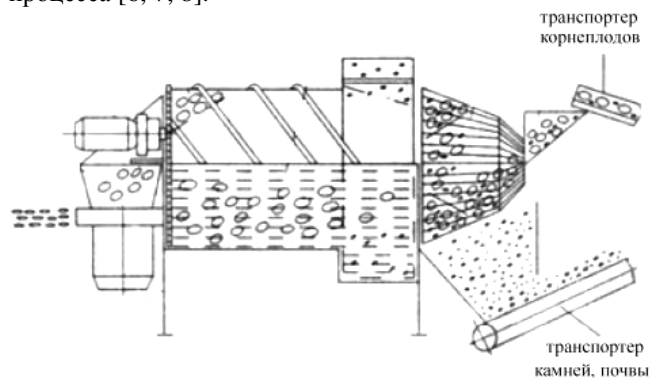


Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 3. Раздатчик-смеситель кормов модернизированный РС-5Б

Ris. 3. Razdatchik-smesitel' kormov modernizirovannyj RS-5B  
Fig. 3. Modernized RS-5B feed dosing-mixing device

Дефицит концкормов при кормлении свиней в 90-х годах обусловил широкое использование корнеклубнеплодов в рационах. Корнеклубнеплоды обычно были загрязнены остатками почвы и камнями до 30% по массе. Потребовалась разработка принципиально новой мойки корнеклубнеплодов взамен ИКМ-5 и ИКМ-Ф-10. Мойка барабанная МКЛ-10 (рисунок 4) обеспечивала надежный технологический процесс отмывания корнеклубнеплодов от остатков почвы и удаление 100% камней и металлических примесей при малом удельном расходе воды и малой энергоемкости процесса [6, 7, 8].



Источник: собственная разработка / Source: own work

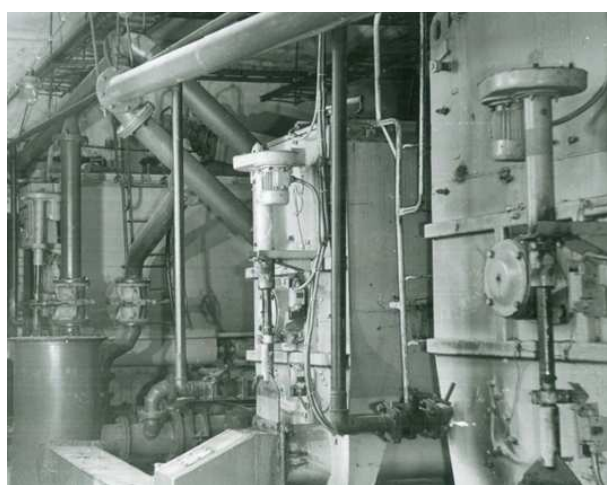
Рисунок 4. Мойка корнеклубнеплодов МКЛ-10

Ris. 4. Mojka korneklubneplodov MKL-10  
Fig. 4. MKL-10 washer of the root and tuber crops

Разработанные отдельные машины необходимо было увязать в поточные технологические линии кормоцехов для приготовления кормосмесей и подачи их в линии раздачи кормов. В этих кормоцехах использовалась ресурсосберегающая технология измельчения и нагревания до 70° картофеля взамен его запаривания, что позволяло экономить до 40% тепловой энергии. Все компоненты кормосмеси (концкорма, измельченные корнеклубнеплоды,

измельченная зеленая масса) дозировались по весовому принципу в автоматическом режиме с помощью дозаторов ДКК-1. Зеленая масса измельчалась модернизированным измельчителем-смесителем ИСК-3 [9]. Приготовленная кормосмесь транспортировалась насосом дифференциального действия ОДК-35 [5] непосредственно в кормушки или раздатчики РС-5Б. Комплект ОКС-12 (рисунок 5) вписан в проект кормоцехов, разработанных проектным институтом БЕЛГИПРОСЕЛЬХОЗПРОЕКТ [3]. Для подачи пара в кормоцех был разработан типоразмерный ряд котлов паровых и водогрейных, которые были выпущены тысячными партиями [10].

Впервые в СССР разработан мобильный автоматизированный кормораздатчик с микропроцессорным управлением КМУ-1, позволявший без участия оператора в существующих типовых свинарниках производить выдачу корма по заданной программе различным технологическим группам свиней [6, 7].



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 5. Оборудование кормоцеха ОКС-12

Ris. 5. Oborudovanie kormoceha OKS-12  
Fig. 5. OKS 12 installation of the feeding section

Все вышеуказанное оборудование позволяло выполнить инновационные технологии в приготовлении и раздаче кормов свиньям с ресурсосберегающим эффектом и с использованием местных кормовых ресурсов.

При кормлении откормочных свиней часто используются различные местные кормовые ресурсы (сыростка, барда, пивная дробина, влажное плющенное зерно кукурузы и др.). Для приготовления и дозированной раздачи влажных кормосмесей был разработан комплект оборудования для жидкого кормления КОЖК (рисунок 6) [12, 13]. Он позволяет по заданной программе составить рацион кормления в требуемом весовом соотношении с помощью системы тензометрического измерения. Входящий в комплект оборудования смеситель позволяет приготовить кормосмесь, а кормовой насос – подать кормосмесь в свинарники на расстояние до 300 метров. Система компьютерного управления КОЖК позволяет через электропневмоклапаны дозированно подать в групповые кормушки требуемое количество кормосмеси, а также через Интернет вести удаленный контроль работы комплекта КОЖК.



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 6. Комплект оборудования для жидкого кормления КОЖК

Ris. 6. Komplekt oborudovaniya dlya zhidkogo kormleniya KOZHК

Fig. 6. KOZHК installation set for liquid feed

В развитие данного направления разработан комплект оборудования для многократного кормления свиней по кривым роста с использованием в качестве базовой машины модульного смесителя (2, 4, 6 м<sup>3</sup>) (рисунок 7).



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 7. Комплект оборудования КОМК с модульным смесителем

Ris. 7. Komplekt oborudovaniya KOMK s modul'nym smesitelem

Fig. 7. KOMK installation set with module mixer

Исследования процессов приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы в рамках выполнения программы союзного государства «Комбикорм» в 2012 г. позволили проанализировать и выбрать приемлемые варианты приготовления, сформировать технологический регламент с рецептами использования кормовой добавки из влажного плющеного зерна кукурузы в рационе кормления свиней.

Создан отечественный комплект оборудования нового поколения, обеспечивающий полную механизацию и автоматизацию процесса приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК (рисунок 8). Ключевым процессом в приготовлении кормовой добавки является диспергирование влажного зерна кукурузы.

С учетом особенностей пищеварения свиней влажное плющеное консервированное зерно в большей степени отвечает их физиологическим потребностям, чем измельченное. Оно не распыляется, не затрудняет дыхания свиней, прекрасно поедается и переваривается. Технология заготовки влажного кормового зерна кукурузы плющением сегодня – одна из самых экономичных и продуктивных. Благодаря принципиально новому процессу заготовки и приготовления кормовой добавки за счет исключения сушки кукурузы, затраты на получение кормовой добавки снижаются на 30–40%, а продуктивность свиней увеличивается на 7–10%.

Разработка комплекта оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК позволяет повысить продуктивность животных на 7–10% и снизить удельные расходы на корма на 10–15%.

При откорме свиней от 40 до 110 кг фактически ежесуточный прирост живой массы откармливаемого молодняка свиней составил более 750 г, расход кормов на получение 1 кг прироста – 3,8 к. ед. [14].



Источник: собственная разработка / Source: own work

Рисунок 8. Комплект оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы КОДК

Ris. 8. Komplekt oborudovaniya dlya prigotovleniya kormovoj dobavki na osnove konservirovannogo vlazhnogo zerna kukuruzy KODK

Fig. 8. KODK installation set for preparation of the feeding additif based on the moist corn

В рамках выполнения программы «Комбикорм» вписано в проекты и поставлено на свинокомплексы 4 комплекта оборудования КОДК.

Все оборудование было разработано на основании научных исследований технологических процессов интенсивного свиноводства, учета необходимых свойств материалов, а также условий работы механизмов и программного обеспечения на свиноводческих предприятиях. Представленное оборудование позволило реконструированным свиноводческим предприятиям снизить негативное воздействие производственной деятельности свинокомплексов на окружающую среду за счет разработки автоматизированных систем кормления жидкими кормами с использованием кривых роста свиней, исключающих перерасход корма, его попадание в навоз, а в дальнейшем – в окружающую среду.

В 2012 г. впервые в Республике Беларусь был оснащен под ключ свинокомплекс на 24 тыс. голов свиней в год наукоемким комплексным импортозамещающим оборудованием нового поколения для приготовления и раздачи жидких кормов [15, 16].

Разработанное технологическое оборудование позволяет обеспечить поточность механизированных технологий приготовления влажных кормосмесей с использованием влажного консервированного зерна кукурузы и автоматизированную его раздачу на свинокомплексах мощностью от 12 до 108 тыс. голов в год с высоким экономическим эффектом.

## Литература / References

- [1] Perednya V.I.: Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции / В.И. Передня. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132с.
- [2] Nagorskij I.S.: Состояние и перспективы механизации животноводческих ферм / И.С. Нагорский, В.И. Передня, В.Н. Гутман // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1998. – № 3. – С. 88–91.
- [3] Golushko V.M. Приготовление кормов для свиней / В.М. Голушко, В.Б. Иоффе, В.Н. Гутман. – Минск: Ураджай, 1990. – 216 с.
- [4] Nagorskij I.S., Gutman V.N., Logvinovich I.P., Kuz'menko P.P., Shilov P.V., L.Ya. Stepuk L.Ya., Tkachenko D.I., Fedorov V.M., Dervish A.V.: Технологическая линия приготовления кормосмесей: а. с. 1666046 SU, МПК А23N 17/00 (2000.01) / И.С. Нагорский, В.Н. Гутман, И.П. Логвинович, П.П. Кузьменко, П.В. Шилов, Л.Я. Степук, Д.И. Ткаченко, В.М. Федоров, А.В. Дервиш; ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР, ПО «Уманьферммаш». – № 4719507; заявл. 18.07.1989, опубл. 30.07.1991. // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 40. – 8 с.
- [5] Gutman V.N., Dervish A.V., Logvinovich I.P., Kuz'menko P.P., Shilov P.V., Syganok G.P.: Насос: а. с. 1687852 SU, МПК F04B 15/02 (2000.01) / В.Н. Гутман, А.В. Дервиш, И.П. Логвинович, П.П. Кузьменко, П.В. Шилов, Г.П. Цыганок; ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – № 4726880; заявл. 07.08.1989; опубл. 30.10.1991. // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 26. – 6 с.

- [6] Nagorskij I.S.: Проблемы создания для свиноводства техники с микропроцессорным управлением / И.С. Нагорский, В.Н. Гутман // Автоматизация сельскохозяйственного производства: тр. МНТК / ВИЭСХ. – М., 1997. – Т. 2. – С. 15–16.
- [7] Nagorskij I.S., Gutman V.N., Romanyuk V.: // Автоматизация сельскохозяйственного производства / И.С. Нагорский, В.Н. Гутман, В. Романюк // Материалы конференции. – Варшава, 1996. – С. 61–69.
- [8] Nagorskij I.S., Gutman V.N., Min'ko F.F.: Моделирование технологических процессов кормоприготовления / И.С. Нагорский, В.Н. Гутман, Ф.Ф. Минько // Сб. науч. тр. ВНИИМЖ. – Подольск, 1997. – Т. 6, ч. 2. – С. 50–61.
- [9] Kitun A.V., Perednya V.I., Gutman V.N., Klimovich A.S., Pushvaskis V.V., Grigoravichus P.M.: Измельчитель зеленых стебельчатых кормов: а. с. 1630664 SU, МПК А01F 29/00 (2000.01) / А.В. Китун, В.И. Передня, В.Н. Гутман, А.С. Климович, В.В. Пушваскис, П.М. Григоравичус; ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – № 4388706; заявл. 09.03.1988.; опубл. 28.02.1993 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 8. – 4 с.
- [10] Nagorskij I.S., Gutman V.N., Zhukovskij M.Yu.: Модель производительности питателя кормов / И.С. Нагорский, В.Н. Гутман, М.Ю. Жуковский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / БелНИИМСХ. – Минск, 1996. – Вып. 35 – С. 404–411.
- [11] Gutman V.N., Navnyko M.V.: Применение теории подобия при расчете типоразмерного ряда смесителей для приготовления влажных кормов / В.Н. Гутман, М.В. Навныко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси». – Минск, 2006. – Вып. 40. – С. 295–301.
- [12] Samosyuk V.G., Dashkov V.N., Kom A.M., Gutman V.N., Logvinovich I.P., Calko S.A., Navnyko M.V.: Смеситель влажных кормов: пат. 4284 РБ / В.Г. Самосюк, В.Н. Дашков, А.М. Ком, В.Н. Гутман, И.П. Логвинович, С.А. Цалко, М.В. Навныко; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 2 (61).
- [13] И.И. Giruckij I.I., Gutman V.N.: Эффективность точных технологий при откорме свиней / И.И. Гируцкий, В.Н. Гутман // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2009. – Т. 3. – С. 9–12.
- [14] Gutman V.N. [и др.]. Результаты разработки комплекта оборудования для приготовления кормовой добавки на основе консервированного влажного зерна кукурузы / В.Н. Гутман [и др.]. – Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы международной науч.-техн. конф. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. Т. 3 – С. 53–64.
- [15] Yakovchik S.G., Gutman V.N., Navnyko M.V.: Precise technology in pig husbandry – intensifying and environmentally friendly business sector / S. Yakovchik, V. Gutman, M. Navnyko // Сб. науч. тр. МНК XXXVI CIOSTA CIGR V Conference / ГАУ. – СПб, 2015. – С. 311–313.
- [16] Yakovchik S.G. [и др.]. Перспективный инновационный наукоемкий комплекс оборудования для оснащения свинокомплексов / С.Г. Яковчик [и др.]. // Вестник ВНИИМЖ. Ежеквартальный научный журнал. – 2017. – № 1 (25). – С. 101–103.