ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Инженерный институт

Кафедра механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции

Современные технологии и техника в АПК

Методические указания
для выполнения лабораторно - практических работ

Новосибирск 2024 г.

Кафедра механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции

УДК 631. 3: 636
ББК 40. 715

Современные технологии и техника в АПК: методические указания для выполнения лабораторно-практических работ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост: П.А . Патрин, В.А. Новик, Д.С. Рудаков – Новосибирск, 2024 – 96с.

Рецензент

Методические указания предназначены для магистрантов очной и заочной формы обучения для направления подготовки :Агроинженерия»

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института НГАУ (протокол № _8_ от 28 марта 2023 г.)

© Новосибирский ГАУ, 2024

Содержание

1. Структура агропромышленного комплекса. ……4
2. Современные технологии и их определения. ……....5
3. Системный подход к производственному процессу получения сельскохозяйственной продукции. ……..…..7
4. Система и её свойства. ……..……..10
4.1. Общие признаки биологических систем. ……...12
4.2. Животное – сложная биологическая система. ……...16
5. Инновационные технологии развития АПК. ……...…19
5.1. Нанотехнологии. ……..…..19
5.2. Робототехника. ……...……22
6. Автоматизированная система управления стадом. ……...26
7. Автоматизированные системы для ухода за животными. …..34
8. Роботизированные системы кормления животных. ……37
8.1 Роботизированные системы кормления крупного рогатого скота. ……38
8.2 Роботы-кормораздатчики ленточного типа. ……..…..45
8.3 Роботы-кормораздатчики подвесного типа. ……...…46
8.4 Роботы-кормораздатчики мобильного типа с шасси. ……....51
8.5 Роботы-кормораздатчики с функцией подравнивания кормов. ……...…….53
9. Роботизированные системы для уборки навоза. …..…57
9.1 Роботы для уборки животноводческих проходов со сплошными полами. ……..….57
9.2 Роботы для уборки животноводческих проходов со щелевыми полами. ……...59
9.3 Роботы для уборки станочного оборудования для содержания свиней. ……...…62
10. Роботизированные системы для доения коров. ……...64
10.1 Особенности роботов как систем доения. ……...……68
10.2 Преимущества доильных роботов. ……..….70
10.3 Недостатки роботизированных систем доения. ……...71
11 Роботизированные системы для обработки яиц. …...…85
11.1 Сортировка яиц. ……...…85
11.2 Загрузка яиц. ……...……87
11.3 Упаковка яиц. ……..……89
Литература ……..…….92

1. Структура агропромышленного комплекса

Агропромышленный комплекс (АПК) – межотраслевой комплекс, объединяющий все отрасли хозяйства, а также отрасли экономики, принимающие участие в производстве сельскохозяйственной продукции, доводимой до конечного потребителя.

АПК – это вся совокупность предприятий и производств, занятых выращиванием, производством продукции сельского хозяйства, его переработки и доведения до потребителя. В свою очередь сельскохозяйственные предприятия получают средства производства от предприятий сельскохозяйственного машиностроения и сельхозхими. Также важной и обязательной составляющей АПК являются предприятия энергетики и инфраструктуры.

Следовательно, АПК включает в себя следующие производственные сферы:

1 – Отрасли промышленности, производящие средства производства:

- для сельского хозяйства;
- для перерабатывающей сельскохозяйственное сырьё отрасли.

2 – Собственно сельское хозяйство:

- земледелие;
- животноводство;
- лесное хозяйство;
- рыбное хозяйство: речное и прудовое.

3 – Отрасли перерабатывающие сельскохозяйственное сырьё:

- пищевая промышленность;
- отрасль лёгкой промышленности.

Втора сфера – сельское хозяйство является главным звеном. Оно производит свыше 50% всей продукции АПК, сосредотачивает около 70% всех производственных основных фондов комплекса.

Нестабильность АПК, как системы, напрямую зависящей от сельского хозяйства и обуславливается рядом основных факторов:

1. Социальная значимость продуктов питания, являющихся базовым условием биологического и социального существования человечества.
2. Высокая степень зависимости результатов деятельности АПК от неконтролируемых природно-климатических факторов и биологических процессов, а также сезонность.
3. Необходимость обеспечения бесперебойного производства скоропортящихся не подлежащих длительному хранению продуктов питания, дефицит которых может стать угрозой безопасности социума.
4. Недостаточность полных знаний о биологических и анатомических процессах жизнедеятельности растений и животных.
5. Большой дефицит кадров всех уровней подготовки.
6. Диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию, а также энергоносители, мешающий развитию АПК.

2. Современные технологии и их определения

Современны технологии **–** это совокупность знаний, инструментов, методов и процессов, используемых для реконструкции существующих и разработки новых систем.

Известно, что системы бывают технические, биологические, экономические и т. д. Так как производство сельскохозяйственной продукции осуществляется по законам природы непосредственно самой биологической системой: растениями, животными, птицей, рыбой и т.д., которые одновременно являются орудием труда и средством производства. Человек же на данном этапе времени занимается разработкой машин и оборудования для механизации и автоматизации основных технологических процессов, а также усовершенствованием самой биологической системы, работая над повышением генетического потенциала, увеличением времени хозяйственного использования, плодовитости и т.д.

Справедливости ради необходимо отметить, что ведутся работы и по созданию искусственных продуктов: молока, мяса, яиц и т.д. Однако они находятся в разработке и не оказывают заметного влияния на развитие АПК.

Поэтому более точным определение является следующее.

Современные технологии **в АПК –** это совокупность новых технологий, направленных на повышение эффективности и надёжности биологических и технических систем, отвечающих на современном этапе требованиям настоящего и будущего времени.

Исходя из этих определений, можно сделать вывод, что локомотивом разработки новых технологий являются требования, сложившиеся, на данном этапе времени с учётом перспективы на будущее.

Сформулируем эти требования:

- обеспечить продовольственную безопасность, исключить голод на Планете, за счёт увеличения производства продуктов питания.
- необходимость в производстве качественной и здоровой пищи;
- сложившаяся ситуация в АПК, отдельной страны, региона, хозяйства (изменение климатических условий, демографическая ситуация и т.д.);
- конкуренция за рынок.

Одним из основных назначений новых технологий является получение конкурентных преимуществ над другими существующими технологиями.

К конкурентным преимуществам можно отнести:

- снижение себестоимости получаемой продукции, хотя бы по одному показателю;
- повышение качества и количества получаемой продукции;
- увеличение ассортимента готовой продукции;

- повышение уровня механизации и автоматизации технологических процессов

Так как в настоящее время человек в большей степени может влиять на выход продукции АПК, пока за счёт создания рациональных условий внешней среды для биологических систем, производящих сельскохозяйственную продукцию, и грамотным уходом за ними. Так, для животных – производить корма, готовить их к скармливанию и раздавать; поддерживать рациональный микроклимат и создавать комфортные условия; обеспечивать рациональный сбор готового продукта; контролировать здоровье и лечить. Поэтому разработка и внедрение новых технологий связаны с механизацией и автоматизацией перечисленных выше технологических процессов.

Всё это требует применения совокупности инновационных методов и приёмов, позволяющих решать эти сложные задачи с помощью высокоэффективных инструментов и технических устройств. В связи с этим новые технологии характеризуются радикальной новизной за счёт включения: нанотехнологии, робототехники, цифровой и информационной технологий, искусственного интеллекта.

3. Системный подход к производственному процессу получения сельскохозяйственной продукции.

Получение сельскохозяйственной продукции является сложным производственным процессом, связанным с определёнными трудностями и большими затратами, требующими привлечение крупных отраслей: животноводство, растениеводство, машиностроение, а также механизацию и автоматизацию технологических процессов.

Представленная на рис. 1 производственная система, получения продукции животноводства, при её кажущейся внешней обособленности и независимости, в действительности внутренне и внешне зависима от других систем и внешней среды, и требует более внимательного изучения:

- выбора функциональной деятельности и её структуры;
- количества необходимой информации и её полноты;
- выбора способа организации и метода рационального управления системой.

Рис. 1 Структурная схема системы производства животноводческой продукции (молока)

Для этого каждую подсистему необходимо рассматривать как самостоятельную систему со всеми её внутренними связями, а также с другими системами и внешней средой. Полнота этих знаний позволяет подобрать технологии и оборудование в наибольшей степени отвечающие зоотехническим требованиям животного, обосновать рациональные операции для заготовки, приготовления и раздачи кормовых смесей, и т. д. При этом необходимо учитывать, что реальные условия: человеческий фактор, большое количество разнообразной информации, наличие финансовых и технических средств, качество и количество кормов, сложившиеся цены на рынке, природные условия и другие факторы, требуют грамотного подхода к организации и управлению технологическими процессами, связанными с производством сельскохозяйственной продукции:

- организация всех производственных процессов по принципу "точно и вовремя";

- механизация и автоматизация технологических процессов и операций;

- ежедневный сбор, анализ и обработка информации для принятия решений;

- использование компьютерных программ для: контроля и управления физиологическими и продуктивными параметрами животного; составления кормовых смесей и их сбалансированности по питательности до необходимого значения с учётом физиологического состояния животного и качества, имеющихся кормовых компонентов; выбора вариантов корректирования системы и получения значений ожидаемого выхода продукции. Поэтому для рентабельного производства животноводческой продукции требуются не только междисциплинарные, но и межотраслевые знания.

Следующим существенным признаком эффективности этой системы является надёжность её подсистем: биологической и технической рис 2.

Рис. 2 Упрощенная схема системы производства молока

Если техническая подсистема является результатом человеческого труда, надёжностью которой можно управлять, поддерживая на достаточно высоком уровне, за счёт проведения планово-предупредительных работ обслуживания и ремонта, а также за счёт наличия дублирующих элементов системы в особо

ответственных случаях, то управлять надёжностью биологической подсистемы сложнее. В этой связи, чтобы обеспечить надёжность биологической системы (растения и животные), и получать достаточное количество продукции, необходимо иметь полные знания о самой системе, с самих ранних этапов и до конца её жизни. Ведь животное и растение, зарождаются, живут и развиваются по своим внутренним законам, а природа, реализуя дарвинский принцип "выживает наиболее приспособленные" проверяет их надёжность, в том числе в конкуренции с другими животными и растениями. Поэтому эти знания необходимы при разработке производственных процессов и выборе машин и оборудования для механизации и автоматизации технологических операций: заготовки корма, содержания и обслуживания животных, создания комфортных условий, организации и оказании помощи животным в приёме и переваривании корма и усвоении его питательных веществ и т.д. Все эти мероприятия должны быть направлены на поддержание надёжности животного и связаны с повышением его продуктивности, сроков хозяйственного использования и гарантированного воспроизводства.

4. Система и её свойства.

Голый скелет истины без пути к нему ведущему не раскрывает глубокого понимания представленной информации, и порой человек обладающий этой информацией, не может объяснить её сущность. Поэтому чтобы докопаться до истины необходим глубокий анализ рассматриваемого процесса с применением системного подхода, позволяющего определить структуру процесса и раскрыть его внешние и внутренние связи между подсистемами и самой системой и после этого выбрать рациональную форму организации процесса и его управления. Системный подход широко используется в науке и представляет собой системно-структурный анализ, в котором система выступает как целостное образование связанных определённым образом элементов, подчиняющихся общим законам данной системы при наличии у них некоторой свободы действий.

Система - совокупность элементов (подсистем) находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует некоторую целостность. Целостность системы подтверждается тем, что система без подсистем не существует, а потому любая система по отношению к ним всегда выступает как их целое, а способность её к взаимодействию со своими подсистемами есть атрибут системы и основное условие её существования. Представленный целенаправленный характер единства подсистем определяет структуру системы и отличает её от множеств, объединения и других аспектов единства. Именно структура определяет функциональную деятельность, характер взаимодействия и поведения подсистем и самой системы в пространстве и во времени. Структура - это статическое отображение системы в любой момент времени. Структура системы определяет её свойства, форму и отражает постоянство взаимосвязи между элементами.

Система по уровню организации может иметь движение во времени только в двух направлениях: в сторону понижения уровня (дезорганизация) и в сторону повышения уровня организации. Изменение в ту или иную сторону уровня организации относительно определённого отрезка времени, эквивалентно изменению качества управления и количества информации в системе.

Системы способны самостоятельно, благодаря внутренним факторам, без воздействия извне, повышать свою упорядоченность. По определению Г. Хакена "Система называется самоорганизующейся, если она без специфических воздействий извне обретает какую-то пространственную, временную функциональную структуру".

Следовательно, структура, организация, информация и управление (самоуправление) являются существенными признаками системы.

По виду отображаемого объекта системы делятся на технические, биологические и экономические, которые, в свою очередь, на динамические, дискретные и непрерывные. По связям с внешней средой системы делятся на закрытые (изолированы от внешней среды, но допускается обмен энергией) и открытые, у

которых имеет место обмена с внешней средой не только энергией, но и веществом и массой. Динамические системы, в свою очередь делятся на равновесные и неравновесные, устойчивые и неустойчивые, линейные (детерминированные) и нелинейные.

Любая система носит характер всеобщности, так как принадлежит общей системе мира и имеет подобные свойства.

Отрасль животноводства представляет собой сложную био-техническую систему, включающую в свою структуру биологические и механические процессы, обоснованные научными и практическими знаниями, концентрирующие в себе информацию об общих свойствах, связях и взаимодействии подсистем между собой и внешней средой, объединенных общей целью - получение животноводческой продукции (рис.1). В связи с этим необходимо подробно рассмотреть и проанализировать биологическую систему (животные и растения) и техническую систему (машины и оборудование) и на основе полученных знаний установить рациональную связь между ними, чтобы найти и указать пути, ведущие к истине.

4. 1. Общие признаки биологических систем.

Биологические системы – это объекты различной сложности, имеющие несколько уровней структурно-функциональной организации и представляющие собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. В настоящее время обнаружено и описано примерно 500 тысяч видов растений, более 1,5 миллионов видов животных и сотни тысяч видов грибов. Выявление связей между строением живых организмов и условиями окружающей среды является предметом изучения биологии.

Биологическая система - это форма жизни, обусловленная взаимодействием живых компонентов (элементов). По уровню сложности биологические системы делятся:

- клетки – открытые системы с самосохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое);

- растения – живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию;

- животные – живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием. Далее люди и социальные организации.

К основным признакам биологической системы, отличающих её от тел неживой природы и выделяющих живое существо в особую форму существования материи относятся:

К основным признакам биологической системы, отличающих её от тел неживой природы и выделяющих живое существо в особую форму существования материи относятся:

1. Единство химического состава. В состав живых организмов входят те же химические элементы, что и в объекты неживой природы. В неживой природе самыми распространёнными элементами являются кремний, железо, магний, алюминий, кислород. В живых организмах 98% атомного состава приходится на долю следующих элементов: углерода, кислорода, азота и водорода. Различия между растениями и животными организмами преимущественно связаны с тем, что клеточные стенки растения состоят в основном из целлюлозы, а стенки клетки животного из белка. Крое того, растения откладывают энергию в форме углеводов (в основном это крахмал). Запас же энергии у животных сосредоточен в жировых депо.

2. Клеточное строение, присущее всем видам животных и растений;

3. Рост и развитие. Под развитием понимают необратимое направленное закономерное изменение объектов живой и неживой природы. В результате развития возникает новое качественное состояние объекта, изменяется его состав или структура. Развитие живых организмов представлено индивидуальным развитием (онтогенезом) и филогенезом (историческим развитием – эволюцией). В результате поэтапной реализации наследственных программ постепенно и последовательно проявляются индивидуальные свойства организма. Под ростом понимают увеличение количества клеток в организме. За счёт роста увеличиваются линейные размеры и

масса особи и её отдельных органов. Животные растут до определённого периода жизни, растения имеют не ограниченный рост. Историческое развитие – это процесс усложнения живого под воздействием условий окружающей среды. В результате эволюции возникло всё многообразие живых организмов на Земле.

4. Наследственность – способность организмов передавать свои признаки, свойства и особенности развития из поколения в поколение. Наследственность обеспечивается стабильностью ДНК и воспроизведением её химического строения с высокой точностью. Материальными структурами наследственности, передаваемыми от родителей потомкам, являются хромосомы и гены.

5. Самовоспроизведение (репродукция, размножение) – свойство живых организмов воспроизводить себе подобных. Это связано с тем, что, существование каждой отдельно взятой биологической системы ограничено во времени. Поэтому процесс самовоспроизведения осуществляется практически на всех уровнях жизни. В основе самовоспроизведения лежит образование новы молекул и структур, обусловленное передачей информации, заложенной в нуклеиновой кислоте – ДНК, которая находится в родительских клетках.

6. Изменчивость – способность организмов приобретать новые признаки и свойства. В её основе лежат изменения материальных структур наследственности. Поэтом изменчивость тесно связана с ней. Изменчивость поставляет разнообразный материал для отбора особей, наиболее приспособленных к внешней среде, что в сою очередь, приводит к появлению новых видов организмов. Этот признак широко используют генетики для выведения новых сортов культурных растений и пород сельскохозяйственных животных.

7. Раздражимость – это избирательные ответы живых организмов специфического типа на происходящие изменения в окружающем пространстве. Всякое изменение в окружающем пространстве представляет по отношению к организму раздражение, а ответная его реакция является проявлением раздражимости. Реакции многоклеточных животных на

раздражители, контролируемы и осуществляемые центральной нервной системой, называются рефлексами.

8. Ритмичность – это периодическое проявление изменений интенсивных физиологических функций и формообразовательных процессов через определенные промежутки времени. Ритмичность направлена на согласование функций организма с периодически меняющимися условиями жизни. Например, сезонные ритмы активности и спячки у некоторых млекопитающих.

9. Обмен веществ. Все живые организмы способны к обмену веществ с окружающей средой. Они поглощают из среды необходимые вещества и энергию и выделяют продукты жизнедеятельности. Обмен веществ обеспечивает относительное постоянство химического состава всех частей организма и как следствие – постоянство их функционирования в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды.

10. Дискретность. Любая биологическая система представляет структурно-функциональное единство, состоящее из отдельных изолированных, то есть обособленных или отграниченных в пространстве, но тем не менее, тесно связанных и взаимодействующих между собой частей. Дискретность строения организма – основа его структурной упорядоченности. Она создаёт возможность постоянного самообновления системы путём замены износившихся структурных элементов, например, клетки, без прекращения функционирования все системы в целом.

11. Саморегуляция (авторегуляция) – способность живых организмов поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность физиологических процессов (гомеостаз). Саморегуляция осуществляется благодаря деятельности нервной, эндокринной и других регуляторных систем. Сигналом для включения той или иной регуляторной системы может быть изменение концентрации какого-либо вещества или состояния какой-либо системы.

12. Энергозависимость. Биологические системы являются устойчивыми лишь при условии непрерывного доступа к ним веществ и энергии извне. Живые организмы существуют до тех

пор, пока в них поступают из окружающей среды энергия и вещества в виде пищи. В большинстве случаев организмы используют энергию Солнца: одни непосредственно – это фотоавтотрофы (зелёные растения и цианобактерии), другие опосредованно, в виде органических веществ потребляемой пищи, - это гетеротрофы (животные, грибы и бактерии).

13. Уровневая организация. Биологические системы различаются по степени сложности своей организации и выстраиваются относительно друг друга по уровням сложности и при этом включены одна в другую, по принципу «матрёшки». В то же время биосистема любого уровня достаточно обособлена и целостна. Выделяют следующие уровни организации живой природы: молекулярный, клеточный, тканевый, органный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический и биосферный.

4.2. Животное – сложная биологическая система

Животные представляют сложную биологическую систему со всеми уровнями организации жизни. Они характеризуются пятью принципами: открытостью, неустойчивостью, нелинейностью, динамической иерархичностью и наблюдательностью.

Сущность жизни животного заключается в способности поддерживать основные параметры жизнедеятельности организма на оптимальном уровне во времени и в пространстве окружающей среды. Поэтому основным и необходимым условием жизни животного является структурное сопряжение организма со средой обитания, которое позволяет ему брать из окружающей среды нужную энергию, вещество (корм, воду, воздух), информацию (температуру среды, наличие врагов и корма) и выводить продукты жизнедеятельности (экскременты, тепло, газы, плод). Именно открытость позволяет животному эволюционировать от простого к сложному, разворачивать программу роста организма из клетки-зародыша до взрослой особи за счет внешних потоков и сбросов. В этой связи основной целью саморегуляции (авторегуляции) биологической системы, является адаптация организма к окружающей среде, дающая

животному возможность не только выжить, но и оставить потомство. Для этого животное наделено важным свойством – воспроизводством, растение – размножением, которые природа решила за счет слияния двух половых клеток. При этом следует заметить, что в такой компактной упаковке клетке-зародыше заложена программа «жизненного опыта выживания наиболее приспособленных», то есть тысячи признаков, обеспечивающих с первого дня рождения, сопряженность между животным и средой обитания. В действительности организм в своём развитии, пока происходят процессы роста и изменяются возрастные состояния, имеет за собой «возможность выбора». Это свойство характеризуется изменчивостью живого организма и является основой, в определённой степени, его гибкости, пластичности и приспособляемости к условиям внешней среды. Только эта возможность с возрастом уменьшается. Этим, например, объясняется тот факт, что выращивание телёнка с раннего возраста в допустимо холодных условиях позволяет расширить нижнюю границу его термонейтральной зоны. Следовательно, процесс выработки условных рефлексов, есть не что иное, как процесс приспособления наследственного видового опыта к индивидуальным условиям среды. Деятельность людей также накладывает свои отпечатки на развитие и выживание животных и растений. Создаваемые человеком животные и растения с высокой продуктивностью, предъявляют более строгие и жёсткие требования к условиям обитания. Они требуют «самого лучшего»: света, тепла, влаги, питания и т.д. Такие растения обладают малой устойчивостью к неблагоприятным условиям и не выдерживают конкуренции даже с не очень злостными сорняками. Следовательно, пока животное как биологическая система открыта, оно живет.

С другой стороны, животное не просто открыто, но и операционально замкнуто, что позволяет ему быть одновременно связанным со средой и отделенным от нее во всех своих трансформациях и превращениях, поддерживать свое внутреннее равновесие, видоспецифическую температуру тела, сохранять целостность и свою идентичность. Наиболее протяжённое по времени стабильное функционирование биологической системы,

характеризуемое способностью поддерживать постоянство химического состава и интенсивность физиологических процессов организма животного, за счёт саморегуляции и гомеостаза, по определению В.Г. Буданова относится к Бытию. Остальное время, так или иначе связанное с хаосом и выходом из него, относится к Становлению. Условность такого разбиения объясняется тем, что во всяком порядке, есть доля хаоса и, наоборот, в хаосе можно найти элементы порядка, поэтому состояние системы определяется их соотношением, и является неустойчивым.

Животное с момента зарождения и до конца жизни находится не только под влиянием генетической наследственности, но и под воздействием факторов внешней и внутренней среды. Внутреннюю среду животного представляет система обеспечивающая организм животного необходимым строительным материалом и энергией, и осуществляющая удаление отходов. К внутренней среде относятся органы дыхания, пищеварения и выделения отходов, артериальная и венозная кровь, лимфы, тканевая и цереброспинальная жидкость. Животное находясь в информационном поле получает информацию через раздражители, которые требуют от него определенного действия. Например, чувство голода вынуждает животное искать корм. Снижение температуры окружающей среды ниже термонейтральной зоны – укрытие.

Информационное поле включает в себя различного рода информацию, которая требует от животного определённый выбор, по результату которого животное в течении определённого периода времени может находиться в состоянии Бытия или Становления. Так по мере поедания корма животное теряет чувство голода. Надёжное укрытие выводит организм животного в допустимый предел термонейтральной зоны.

Необходимость адаптации животного к окружающей среде объясняется химическими реакциями и физиологическими процессами, которые протекают при определенных параметрах среды и организма животного. Так, между скоростью химических реакций, связанных с жизнедеятельностью организма и температурой тела животного имеется строгая положительная

корреляция. У крупного рогатого скота видоспецифическая температура тела составляет 38-39°С, у свиней – 39-40°С, у птицы – 40-41 °С. Так же у каждого вида животного в зависимости от возраста, имеется термонейтральная зона внешней среды, в которой эффективность преобразования полного энергосодержания корма в энергию продукции оптимальна. Именно в этой зоне из полученной с кормом энергии, коротая может быть метаболизирована, только малая часть постепенно, без дополнительных затрат удаляется из организма в виде тепловой энергии.

Термонейтральную зону ограничивают две температуры: нижняя и верхняя. В случае нарушения границ термонейтральной зоны внешней среды, в сторону повышения или понижения, животное переходит в стадию Становления. Оно начинает «включать» специфические реакции, результаты которых выводят организм животного из частичной неустойчивости температурного равновесия в стадию Бытия. Так при снижении температурной границы термонейтральной зоны, простым поведением животного может быть поиск укрытия от ветра. Если со временем температура окружающей среды продолжает снижаться, тогда повышается иерархичность специфических реакций животного. На начальном этапе включаются неврогенные механизмы терморегуляции, т.е. механизм теплообразования и теплосбережения (в первую очередь усиливается углеводный обмен) и заканчивается морфологическими изменениями тела с целью сохранения тепла. Если ответных реакций животного недостаточно для выхода в стадию Бытия, тогда оно погибает.

5. Инновационные технологии развития АПК

5.1. Нанотехнологии

Нанотехнологии – это направление науки ориентированное на разработку и применение материалов и объектов, которые наноструктурированы и имеют размер частиц от единицы до нескольких сотен нанометров.

То есть это технологии, связанные с манипулированием веществом на атомном и молекулярном уровне.

Поскольку нанотехнологии должны создавать свой продукт из атомов и молекул, поэтому диапазон масштабов нано частиц от 1 до 100 нм. Нижний предел определяется размером атомов. Верхний предел не имеет строгого ограничения и примерно равен мельчайшим клеточным формам жизни.

В нанотехнологиях используют два основных подхода «снизу в верх» когда продукт создают из молекулярных компонентов, которые собираются сами химическим путём по принципам молекулярного распознавания, т.е. за счёт специфического взаимодействия между двумя и более молекулами. И «сверху в низ», когда нано объекты создаются из более крупных частиц без контроля на атомном уровне.

В АПК нанотехнологии применяют при производстве микроудобрений и биологических добавок в корм животным, а также для дезинфекции животноводческих помещений и складов. Их высокая эффективность достигается за счёт активного проникновения в растения и абсорбции в желудке животного частиц, имеющих наноразмер. Например, нано частицы меди, серебра в значительной степени повышают эффективность дезинфекции сельскохозяйственных помещений.

Если внимательно проанализировать процессы жизнедеятельности биологических систем, то можно прийти к интересному выводу. Растения используя подход «снизу в верх», из молекул кислорода, водорода, углерода и азота с помощью солнечной энергии синтезируют белки, углеводы, жиры и другие вещества. Далее организм животного, в том числе и бактериальная среда рубца жвачных животных, используя подход «сверху в низ» превращают крупные частицы корма в наночастицы – молекулы. Далее внутренняя среда животного, использует подход «снизу в верх», когда абсорбируемые через стенки сосудов молекулы кислорода, водорода, углерода и азота транспортируются к клеткам организма, собираясь сами химическим путём, по принципу молекулярного распознавания строят клетки различных органов животного. Так кислород и водород соединяясь образуют воду H_2O, которая составляет 70%

клетки, поэтому клетка представляет водяной шар. Далее формируются органические молекулы: углеводы, белки, жиры и нуклеиновая кислота (ДНК). Так как биологическая система состоит из клеток поэтому 96.5% её веса составляют эти четыре элемента таблицы Менделеева углерод, азот, кислород и водород.

Достоинства нанотехнологии:

- создаёт изменения на клеточном уровне, то есть обладает потенциалом реструктуризации элементов на клеточном уровне. Используется в разработке материалов с заданными свойствами;

- даёт возможность продлить жизнь человеку, животному за счёт излечения сложных заболеваний. Разрабатываются лекарства, которые целенаправленно доставляются к больным клеткам и моментально включаются в работу.

- создают самовосстанавливающиеся технологии. Восстановление плодородия почвы, гидроизоляции фундамента здания.

- позволяет сократить расход материала за счёт их эффективного использования. В растениеводстве удобрений, в том числе и микро - и макроудобрений. В животноводстве основных кормов и кормовых добавок.

*Недостатки внедрения нанотехнологии***:**

- возможность использования в вооружении;

- вызывает появление новых заболеваний. Вдыхание наночастиц вызывают аллергию и другие заболевания органов;

- снижает уровень занятости людей и повышает безработицу;

- производственные процессы нанотехнологий отрицательно влияют на окружающую среду, загрязняя её. Мы уже отмечали, что животное как биологическая система использует нанотехнологию в своих жизнеобеспечивающих процесса. Они загрязняют окружающую среду навозом и навозными стоками, а также вентиляционными выбросами. Так ферма на 1000 голов средней продуктивности ежедневно выбрасывает в атмосферу более 6 т углекислого газа, значительное количество аммиака и других газов, около 10 т водяных паров, 55 т экскрементов и около 40 т навозных стоков.

5.2. Робототехника

Робототехника – это прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем.

Основные задачи, решаемые с использованием роботов:

- решение проблемы с кадрами;
- автоматизация операций и технологических процессов;
- повышение безопасности с/х производства;
- повышение конкурентоспособности производства с/х продукции.

Преимущества использования роботов:

- повышает качество выполняемых задач;
- исключает человеческий фактор, сводит к минимуму риски ошибок;
- экономит время;
- выполняет операции в труднодоступном месте. Дрон;
- в меньшей степени зависит от условий окружающей среды;
- проводит оперативный сбор данных и их автоматическую обработку, мониторинг и прогнозирование;
- обеспечивает минимальный контакт человека с животным, что снижает распространение инфекционных заболеваний;
- выполняет рутинные операции.

Недостатки использования роботов:

- технический сбой в автоматизированной системе может привести к значительному нарушению производственного процесса;
- высокая стоимость роботов и их обслуживание;
- востребованность в высококлассном специалисте по обслуживанию и ремонте роботов;
- снижение рабочих мест.

Классификация робототехники:

1. *По отраслям применения*: промышленная, АПК, военная, учебная, научная;
2. *По специализации*: универсальная, специализированная, специальная;
3. *По характеру перемещения*: стационарные, выполняются в напольном, подвесном и портальном исполнении и мобильные:

колёсные, гусеничные, шагающие, ползающие, плавающие и летающие;

4. *По виду выполняемых работ*.

Беспилотные летательные аппараты, дроны, с компьютерным зрением.

Современные датчики и технологии геокартирования позволяют более точно знать о состоянии поля, почвы и растений с помощью дронов и программного обеспечения. Оператор привозит дрон, запускает его и через планшет в изображении 3Д смотрит собранные данные в режиме реального времени.

Растениеводство:

- картирование полей: границы и площадь, рельеф и водостоки, состояние почвы (кислотность pH, плодородие, содержание основных питательных веществ);
- поиск аномалий с/х культур: неравномерность всходов, засорённость, наличие вредителей и болезней, неравномерность созревания и биологическая урожайность;
- помощь в оценке результатов изменения технологи в целом или отдельной операции на протяжении всего периода вегетации. Например, изменение технологии основной обработки почвы, сроков и способов внесения удобрения и т.д.;
- помощь в подготовке документов к агрострахованию:

засуха, пожар, наводнение, поражение насекомыми (саранчой), животными;

- объёмная съёмка – получение снимков в 3-х мерном пространстве. Высота кустов и деревьев на поле и других объектов;
- осмотр труднодоступных мест: горы, леса, болота, водоёмы и т.д.;
- борьба с сорняками, вредителями (энтомофаги) и болезнями;
- внесение гранулированных удобрений;
- сбор урожая (фруктов)

Животноводство:

- контроль за животными на пастбищах;
- поиск и возвращение потерянных животных;
- подсчёт животных на откормочных площадках;
- контроль за массой тела животного.

В начале проводится съёмка, а затем по данным снимка программа проводит подсчёт.

Монипуляторы

Растениеводство:

- посадка рассады, прореживание всходов (свекла), прополка, полив, борьба с сорняками, вредителями, болезнями, сбор ягод, фруктов, овощей и т.д.

Современные роботы при сборке урожая оснащены «машинным зрением». Робот «видит» с помощью камер, сенсоров и датчиков, распознаёт плод по состоянию, форме и спелости и бережно собирает в контейнер.

Робот, имеющий только один датчик обнаружения обладает ограниченной информацией. Монипуляторы используют преимущественно при выращивании с/х культур на небольших площадях и в закрытых грунтах.

Животноводство:

- в процессе приготовления кормовых смесей;
- в процессе кормления – выдача корма;
- в процессе уборки навоза и чистки помещений;
- в процессе доения животных;
- в процессе поения животных;
- при создании рационального микроклимата;
- в процессе сборки и сортировки яиц.

Роботы на базе автономной сельскохозяйственной техники. Растениеводство

Эти мобильные роботы применяют на больших площадях и выполняют все основные операции возделывания зерновых, технических и овощных культур:

- подготовка почвы к посеву (основная обработка почвы, прибивка влаги, внесение удобрений, борьба с сорняками);
- посев семян;
- борьба с сорняками, болезнями и вредителями;
- полив растений;
- уборка урожая.

Животноводство.

Это в основном мобильные роботы, используемые на фермах и комплексах с большим поголовьем животных и птиц, где основные технологические процессы автоматизированные: приготовление и раздача кормовой смеси, уборка навоза, поение, доение, поддержание рационального микроклимата, контроль за физиологическим состоянием животных, создание комфортных условий

По типу управления:

1. Биотехнические – оператором:

- командные – оператор включает по отдельности приводы каждого звена нажимая на кнопки пульта управления;
- копирующие – экзоскелеты копируют движение человека. Движение каждого звена задающего устройства передаётся на соответствующее звено исполнительного устройства по принципу следящей системы;
- полуавтоматы – оператор желаемое движение задаёт многоступенчатой рукояткой, а вычислительное устройство по электрическим сигналам от датчика рукоятки управляет приводом всех степеней подвижности.

2. Автоматические – управление осуществляется по программе:

- программные – по заранее заданной программе решаются однообразные задачи. Автоматическая выдача корма (кормовая станция);

- адаптивные – решает типовые задачи, при этом адаптируются корректирующими программами под изменения внешней среды (циклы уборки навоза при снижении температуры);

- интеллектуальные – программа не задаётся, а синтезируется системой управления на основе описания условий внешней среды и целевой установки задачи.

3. Интерактивные – обеспечивают оперативную корреляцию программы работы в случае изменения внешней среды рабочей зоны:

- автоматизированное – только часть операций выполняется автоматически, а остальные оператором;

- супервизорное – оператор, наблюдая обстановку в зоне действия робота по дисплею, подаёт отдельные команды – целиуказания, согласно которых включается необходимая программа действия робота;

- диалоговое – в отличии от супервизорного, робот активно помогает оператору в распознавании обстановки и принятии решения.

6. Автоматизированная система управления стадом

Электронизация молочных ферм с применением ЭВМ имеет большую технологическую и экономическую эффективность.

Общая система управления производством молока состоит из следующих элементов:

- процессор и оборудования для управления;
- оборудование для идентификации;
- оборудование для учета и регистрации надоев молока;
- оборудование для мониторинга статуса коровы;
- программное обеспечение;
- оборудование для организации движения коров по ферме.

Главным элементом в электронной системе управления стадом является программное обеспечение. В базу данных, где на каждое

животное заведены «карточки», специалистами хозяйства вводится вся необходимая информация о животных: режим кормления, состояние здоровья животного, стельность, параметры молока и другие физиологические и производственные данные. Комплектация электронной системы бывает разной. Например, можно автоматизировать только контроль по надоям, а остальную информацию собирать и вносить в компьютер вручную. Базовым элементом любых систем управления производства молока слу-жат устройства автоматической идентификации (распознавания) каждой отдельной коровы.

В таких устройствах могут использоваться различные физические принципы связи и передачи информации об идентификационных признаках: радиотехнический, оптический, магнитный, электрический, акустический или индукционный. Суть этой системы состоит в следующем: на ошейнике (или ноге) каждой коровы подвешивается (располагается) респондер (рис. 3), который не имеет собственного питания и потому является пассивным устройством.

Рис. 3 Респондер

Слово, обозначающее код, образованное из нулей и единиц, которые набираются при включении и выключении сигналов в заданном порядке. Система дает возможность кодировать 65536 голов. Номера респондеров (животных) обычно распознаются в специальных пунктах, через которые проходят животные, а также при нахождении их около кормушек, на доильных установках, весоизмерительных платформах, разделителях потока животных и других местах. Устройства распознавания используют в сочетании с другими контрольными, регистрирующими и исполнительными системами.

Системы распознавания номера в большинстве случаев основаны на принципе кодово-импульсной модуляции.

Распознанный номер используется для вывода на специальное табло, передачи в программный блок (ЭВМ), записи информации.

Также для идентификации животного на производстве применяют ушные чипы–бирки и желудочные чипы–капсулы.

Желудочный датчик, вводящийся через ротовую полость с помощью

Рис. 4. Система идентификации животных

аппликатора, остается в желудке коровы не проходя дальше по пищеварительному тракту. Датчик изготовлен из безопасных материалов и не требует обслуживания.

Эта система идентификации работает следующим образом (рис. 4.): стационарный сканер излучает электромагнитное поле. Когда животное проходит через сканер, электромагнитные волны улавливаются антенной датчика, которая активизирует электронный чип, находящийся внутри датчика. Сканер считывает с чипа идентификационные данные животного и его температуру.

Сведения поступают к компьютеру через беспроводное соединение или локальную сеть и обрабатываются программой для быстрого получения достоверной информации.

Автоматическая идентификация каждой коровы дает возможность реализовать три основные производственные функции (подсистемы) автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) производства молока:

- контроля продуктивности скота;
- индивидуального нормированного кормления животных (вне доильного зала);
- комплексного управления молочным производством на ферме в целом.

В настоящее время разработаны высокоэффективные многофункциональные счетчики молока, автоматически контролирующие основные технологические параметры в процессе выдаивания коровы (живая масса, температура, электропроводность и т.д.). В совокупности с датчиками потока молока работают элементы автоматики для определения различных стадий лактации, периода охоты у коров, живой массы животных, их двигательной активности и других параметров зоотехнического учета.

Внедрение АСУ ТП на отдельной молочной ферме только для учета продуктивности животных и управления раздачей концентрированных кормов не вполне целесообразно. Наибольшая эффективность их применения достигается в сочетании между собой для формирования комплексного контроля и управления содержанием молочного стада и производственными процессами по ферме в целом. С достаточной степенью эффективности удается автоматизировать и осуществлять информационное обеспечение таких приемов и операций:

- оперативный контроль за процессом лактации и уровнем продуктивности;
- отбор проб для всех видов лабораторного анализа молока;
- выявление отклонений в составе молока;
- диагностика различных стадий маститов;
- измерение температуры молока для выявления больных и коров в охоте;
- определение живой массы и регистрация активности (подвижности) дойных коров;
- комплексный расчет рациона;
- индивидуальная дозировка концентратов;
- дифференцированное разделение потока обслуживаемых коров;
- составление сводок–обзоров о продуктивности, периоде лактации и состоянии здоровья каждого животного («календарь коровы»);
- расчет финансово-экономических показателей молочного хозяйства.

Автоматизацией мелкотоварных ферм предусмотрено осуществление целого ряда изменений в технологии, машинах и оборудовании. Применение автоматизированной технологии индивидуального кормления коров концентратами требует

размещения автоматических кормовых станций в секциях для животных. По-особому осуществляется планирование доильных залов. Предусматриваются специальные площадки с боксами для зооветобслуживания коров. Максимального эффекта от внедрения АСУ ТП можно достичь только при проведении других организационно-технологических мероприятий по повышению эффективности производства: укрепление кормовой базы, комплектование ферм однородным высокопродуктивным стадом, надежным функционированием оборудования и др.

Основные цели чипирования:

- метка позволяет точно идентифицировать животное на протяжении всей

жизни;

автоматизация занесения данных в индивидуальный паспорт животного;

отслеживание места нахождения животного в пределах фермы;

ведение статистики и сбор данных о состоянии животного в соответствии со стандартами ЕС для импорта.

Для чипирования крупного рогатого скота используется 2 типа меток:

пластиковая метка, прикрепляемая к уху животного;

керамическая метка, которая помещается в желудок жвачного животно- го и сохраняется там в течение всей его жизни.

Пластиковые метки с чипом и напечатанной на ней информацией прикрепляются с помощью специального аппликатора на правое ухо животного. На левое ухо можно прикрепить пластиковый ярлык с дублирующим идентификационным номером.

Если для идентификации требуется керамическая метка, то на левое ухо животного обязательно крепится ярлык с идентификационным номером.

RFID - метки более надежны и долговечны, чем классические средства идентификации животных (штрих-коды). RFID-метка не только позволяет записать гораздо больше информации, чем штрих-код, но, что очень важно, ее гораздо проще считать, так как совершенно не обязательно располагать ее в прямой видимости считывателя.

Когда животное перемещается по ферме (например, переходит из одного помещения или загона в другой), его метка считывается и данные автоматически обновляются в информационной системе фермы.

Принцип работы системы считывания следующий: в проходе устанавливается стационарный считыватель и, если требуется, одна или несколько антенн для увеличения зоны считывания. При пересечении животным зоны считывания, идентификационный номер особи передается в информационную систему фермы вместе со временем пересечения ворот и указанием его расположения.

Внедрение RFID-систем позволяет перейти к автоматическому заполнению и ведению электронного паспорта животного. Таким образом, удается не только сократить время обработки данных, но и снизить вероятность возникновения ошибок при занесении данных в информационную систему фермы. При сканировании животного данные о нем отображаются на экране ручного считывателя. Электронный паспорт является принятым мировым стандартом и позволяет контролировать качество продукции и повышает доверие к поставщикам, пользующимся электронными паспортами.

Для оптимизации режимов кормления, а также для получения статистических данных о состоянии животных, стационарные считыватели меток могут быть установлены рядом с кормушками. Когда животное подходит к месту

кормления, считыватель определяет, какое животное подошло к кормушке, сколько провело времени. На основе полученных данных можно вывести закономерности, позволяющие определить, как режим кормления связан с надоями, сделать время кормления более удобным и т.п.

Использование меток позволяет производить идентификацию животных в любом месте фермы. Для этого сотрудник обеспечивается ручным RFID- считывателем с длинной антенной. Протягивая антенну к животному, сотрудник фермы считывает его метку, находясь на безопасном расстоянии. Данные о животном высвечиваются на дисплее считывателя или на внешнем устройстве.

Система управления процессом доения коров SCR ОАО «Гомельагро - комплект» (рис.5) предназначена для контроля доения, автоматического снятия молокозаборного оборудования по окончании выдаивания, стимуляции молокоотдачи, а также сбора информации и подсчёта статистики о надоях каждой
коровы и всего стада.

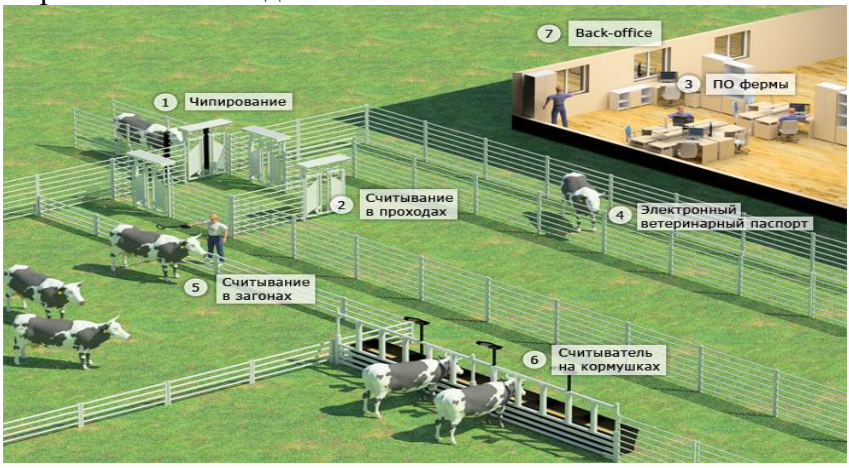

Рис. 5 Систем RFID-идентификации крупного рогатого скота.

7. Автоматизированные системы для ухода за животными

Комфорт животных и гигиена являются важнейшими составляющими содержания коровника. Автоматические щётки-чесалки для коров предназначены для комфортной и эффективной чистки животных, обширного массажа, стимуляции обмена веществ, улучшения циркуляции крови, а также удаления паразитов. Автоматические щётки-чесалки включаются от легкого их поднятия коровой, чистят не только спину и шею, но также бока и грудь. Щётка автоматически настраивается под размеры животных. При сильной нагрузке происходит автоматическая смена направления вращения.

Фирма «Lely» предлагает щётку для коров Lely Luna (рис.6).

Износостойкая и не сгибающаяся щётка работает от электродвигателя 220 В/50 Гц, мощностью 0,37 кВт. Щётка вращается со скоростью 60 оборотов в минуту. Вес установки составляет 135 кг.

Щётки для коров устанавливают в коровнике в любом удобном месте. Монтаж щетки очень прост: обычно устройство устанавливается на стене или столбе в свободной зоне коровника, таким образом обеспечивается безпрепятственное движение и естественное поведение животных в коровнике.

Благодаря изменяющемуся направлению движения щетина щётки сохра-няет свою форму на протяжении более длительного времени по сравнению со щётками, которые вращаются в одном направлении. Комбинация мягких и более жестких щетинок создает оптимальный баланс для обеспечения эффективной и комфортной чистки. Благодаря своей конструкции щётка Luna не нуждается в обслуживании, так как состоит из минимального количества подвижных деталей. Щётка приводится в действие двигателем и активируется простым касанием. Для обеспечения максимальной безопасности щётка оснащена защитой от перенапряжения.

Щётка Lely Luna поставляется в виде единого конструктивного блока. Один человек может легко установить щётку, т.к. в ней нет тяжелых деталей, которые необходимо поднимать, для ее монтажа не требуется специальных знаний.

Автоматические щётки для коров модели PROFI-COW и KRAZZMAXX производства компании

Рис 6. Автоматические щётки для коров модели PROFI-COW и KRAZZMAXX

Износостойкая и не сгибающаяся щётка работает от электродвигателя 220 В/50 Гц, мощностью 0,37 кВт. Щётка вращается со скоростью 60 оборотов в минуту. Вес установки составляет 135 кг.

Щётки для коров устанавливают в коровнике в любом удобном месте. Монтаж щетки очень прост: обычно устройство устанавливается на стене или столбе в свободной зоне коровника, таким образом обеспечивается безпрепятственное движение и естественное поведение животных в коровнике.

Благодаря изменяющемуся направлению движения щетина щётки сохра-няет свою форму на протяжении более длительного времени по сравнению со щётками, которые вращаются в одном направлении. Комбинация мягких и более жестких щетинок создает оптимальный баланс для обеспечения эффективной и комфортной чистки. Благодаря своей конструкции щётка Luna не нуждается в обслуживании, так как состоит из минимального количества подвижных деталей. Щётка приводится в действие двигателем и активируется простым касанием. Для обеспечения максимальной безопасности щётка оснащена защитой от перенапряжения.

Щётка Lely Luna поставляется в виде единого конструктивного блока. Один человек может легко установить щётку, т.к. в ней нет тяжелых деталей, которые необходимо поднимать, для ее монтажа не требуется специальных знаний.

Автоматические щётки для коров модели PROFI-COW и KRAZZMAXX производства компании «SUEVIA» позволяют свести к минимуму трудоемкую чистку животных.

Компания «DeLaval» представила на EuroTier-2014 ряд инновационных решений для работы со стадом, которые позволяют улучшить благосостояние животных. Одним из таких решений является мини-щётка DeLaval (рис.7), которая создана по образцу щёток для дойного стада.

Рис. 7 Мини-щётка DeLaval

Она предназначена для мелкого рогатого скота, например, коз, но её так-же можно использовать и при выращивании молодняка крупного рогатого скота. Телята с раннего возраста теперь могут рассчитывать на уход, который раньше был доступен только взрослым животным.

8. Роботизированные системы кормления животных

Известно, что процесс приготовления и выдачи полнорационных кормовых смесей является сложной биотехнической целенаправленной системой «человек→корм→машина→животное». В центре этой системы стоит животное с его потребностями в питательных веществах для получения планируемой продуктивности, которые должны быть.

В то же время приготовление и раздача кормовых смесей на животноводческих фермах являются процессами энерго- и трудоёмкими, требующими значительных дополнительных

затрат на строительство кормоцехов, приобретение и использование машин и оборудования.

8.1 Роботизированные системы кормления крупного рогатого скота

Методика кормления и используемое оборудование варьируются в зависимости от типа содержания коров на ферме (привязного и беспривязного). Однако принципы систем кормления обычно одни и те же и их можно разделить на следующие четыре категории: ручной режим кормления концентратами, автоматизированное кормление концентратами, полный смешанный рацион (ПСР) и частично смешанный рацион (ЧСР).

Вместо ручного труда при кормлении концентратами можно использовать компьютерную технику. В коровниках привязного содержания обычно используется рельсовая кормораздаточная тележка.

Для беспривязного содержания существуют две системы: кормление в доильном зале и кормление вне доильного зала (или сочетание того и другого).

Кормление в доильном зале осуществляется с помощью кормораздатчика с ручной или автоматической идентификацией. Кормораздаточные устройства для кормления вне доильного зала требуют автоматизированной идентификации (транспондеры). Молочные хозяйства с длительным пастбищным периодом иногда предпочитают скармливать все концентраты в доильном зале. Недостатком этого метода является то, что поедание больших рационов требует много времени, что отрицательно сказывается на здоровье животного. Альтернативой этому методу является использование кормораздатчиков для кормления вне доильного зала круглый год и в коровнике на пару часов перед тем, как выпустить их снова на пастбище.

При кормлении вне доильного зала (рис.8) или использовании рельсовой кормораздаточной тележки можно успешно использовать методику кормления с учетом физиологического состояния и продуктивности животного. Рацион каждой коровы

программируется индивидуально. Когда корова входит на кормораздаточный пункт, система идентифицирует ее и выдает нужное количество корма. Использование компьютера позволяет снизить трудовые затраты и облегчает введение новых кормовых рационов и ведение учета показателей для каждой коровы. Кормовая станция концентрированных кормов ООО «ВатАгроЛайн» Q 25 располагается отдельно от кормления в доильном зале. Она имеет полную совместимость с компьютером посредством программы РСК 1.

Кормовой компьютер Primus полностью контролирует процесс кормления коров и телят. Даже незначительные изменения в поведении животного, его здоровья сразу же фиксируются и отображаются на мониторе в соответствии со «списком отклонения от норм». Таким образом, можно выявить животных, которые не в полной мере поглотили еду или подходили к кормовой станции нерегулярно. «Меню здоровья» отображает полную информацию о состоянии здоровья и поведении каждого животного: о скорости приема пищи, количестве подходов к кормовой станции и т.д. С помощью программы РКС 1 все сведения с блока управления Primus могут передаваться на центральный компьютер, установленный в офисе. Программа дает четкое представление о здоровье и поведении каждого животного. Откорректировать программу кормления крупного рогатого скота можно прямо с компьютера в офисе.

Рис. 8 Автоматизированное кормление коров вне доильного зала.

В зависимости от состава, функциональных возможностей и конструктивного исполнения входящих в системы технических средств, применяются в основном две технологические схемы кормления животных. В соответствии с одной из них, приготовление и раздача кормосмеси осуществляются разными техническими средствами. Для приготовления кормосмесей в этом случае, как правило, используют уже традиционные смесители-кормораздатчики в стационарном исполнении с приводом от электродвигателя или вала отбора мощности трактора. Однако для приготовления и раздачи сбалансированных по питательности кормосмесей также разработаны и роботизированные системы.

В основном применение нашли кормосмесители с вертикальными рабочими органами в бункере машины, количество их зависит от требуемого объема приготавливаемой кормосмеси. Загрузочные устройства выполнены в виде различных транспортеров: ленточных, скребковых, шнековых и др. Раздача приготовленной кормосмеси выполняется подвесным кормораздатчиком бункерного типа. В другом случае приготовление кормосмеси (дозирование и смешивание предварительно измельченных кормов) и ее раздача осуществляются подвесным кормораздатчиком бункерного типа

с расширенными функциональными возможностями (благодаря наличию систем электронного взвешивания и смешивания).

Как в первом, так и во втором случаях подвесные кормораздатчики совершают запрограммированные многократные перемещения по монорельсу (закреплен в верхней части помещения) вдоль боксов для содержания животных. При движении по нему автоматически производится выдача полнорационных кормов через выгрузной патрубок или раздаточный транспортер непосредственно в общую кормушку или на кормовой стол.

Процессом раздачи кормов, в зависимости от выбранной программы кормления и введенных исходных данных, управляет бортовой компьютер, который может иметь набор базовых функций: выдача суточного рациона, режимы наращивания или снижения нормы выдачи кормов и режим расчетного потребления корма на конкретную корову. Помимо управления компьютер выполняет и ряд расчетных функций: суммирует фактический расход кормов и выдает статистические данные о потреблении коровами различных кормов. С учетом расширения функций менеджмента дойного стада современные модели подвесных кормораздатчиков снабжаются новыми компьютерными системами, обеспечивающими ведение для каждого животного так называемого «календаря коровы». Им предусматриваются контроль кормления, продуктивности, периода лактации, физиологического состояния и расчет кормового рациона каждого конкретного животного.

Технические возможности выпускаемых кормораздатчиков позволяют реализовать как индивидуальное, так и групповое кормление, в зависимости от системы содержания животных. Система содержания животных, а также наличие постоянного места для коровы или смена ее месторасположения в стойлах влияют на способы решения поставленной задачи. Так, при привязном содержании и наличии постоянного месторасположения коровы в конкретном боксе подвесные кормораздатчики способны обеспечить индивидуальную выдачу кормосмеси точно в соответствии с надоем и физиологическим состоянием лактирующей особи. В этом случае остановка

кормораздатчика для выдачи кормосмеси конкретной особи обеспечивается с помощью специальных меток на монорельсе или датчиков, установленных над кормушками.

В последних разработках определение кормоместа производится путем введения в процессор данных о расстоянии до него. Если же технологией содержания молочного скота не предусмотрено закрепление постоянного кормоместа за животным (как правило, при беспривязном содержании), то для обеспечения индивидуального кормления применяется автоматическая система распознавания (идентификации) животных. В этом случае животное снабжается специальным бесконтактным датчиком-ответчиком (размещается на теле или имплантируется под кожу), который содержит необходимую информацию о данной особи. Расчетная порция кормосмеси выдается в том случае, когда кормораздатчик находится в зоне приема его антенной импульсов, посылаемых датчиком животного.

Энергоснабжение двигателей подвесных кормораздатчиков осуществляется от аккумуляторных батарей (подзаряжаются после каждого цикла раздачи кормов через контакты или штепсельные разъемы при его нахождении в исходном положении) или токопроводящей шины, размещаемой вдоль монорельса. Иногда применяется комбинированное энергоснабжение – аккумуляторные батареи и токопроводящая шина.

Автоматизированные технологические системы кормления животных выпускает ряд фирм. Так, фирма «Pellon Group OY» (Финляндия) разработала и предлагает потребителям несколько вариантов исполнения таких систем для различных технологий содержания животных (рис.9).

При беспривязном содержании животных предлагается использовать не-сколько вариантов исполнения автоматизированной системы кормления животных, основными элементами которых являются робот-кормораздатчик Pellón TMR с загрузчиком измельченных грубых кормов (БВМД и концентрированные корма загружаются из силосного бункера, дополнительно могут загружаться и корма в жидком виде) (рис.

9. в), загрузчик, смеситель TMR и ленточный конвейер Pellón Belt Feeder (рис. 9. а), загрузчик и ленточный конвейер Pellón Belt Feeder (рис.9. г), смеситель Cut-Mix, ленточный конвейер и робот-кормораздатчик Pellón Silage (рис. 9. д). Для кормления животных при привязном содержании животных предлагается линия в составе загрузчика и робота-кормораздатчика Pellón Combi (рис. 9. б).

Для реализации предложенных вариантов построения автоматизированных систем кормления животных фирмой разработаны подвесные роботы-кормораздатчики с различными функциональными возможностями. Конструктивное исполнение робота-кормораздатчика Pellón TMR позволяет приготавливать полностью сбалансированные по питательным веществам кормосмеси.

Он оборудован электронной системой взвешивания, которая обеспечивает заполнение бункера кормораздатчика исходными компонентами кормосмеси с использованием весового дозирования каждого из них. Система смешивания комбинированная, состоит из конвейера и шнека (рис.10). Конвейер, захватывая своими гребенками компоненты кормосмеси, перемещает их из нижней части в верхнюю, откуда корм под действием силы тяжести скатывается вниз. Размещенный в средине бункера шнек дополнительно перемешивает кормосмесь в горизонтальном направлении.

В результате такого комбинированного воздействия исходные компоненты быстро образуют однородную по составу кормосмесь. Благодаря закругленной форме днища бункера, робота затраты энергии на смешивание и выгрузку корма сведены к минимуму (установленная мощность электродвигателя привода рабочих органов составляет 2,2 кВт). Электроснабжение кормораздатчика осуществляется от токопроводящей шины, установленной вдоль монорельса. Требования к исходным компонентам: длиностебельные корма должны быть предварительно измельчены до частиц величиной менее 100 мм. Робот Pellón TMR способен обслужить 200–300 голов.

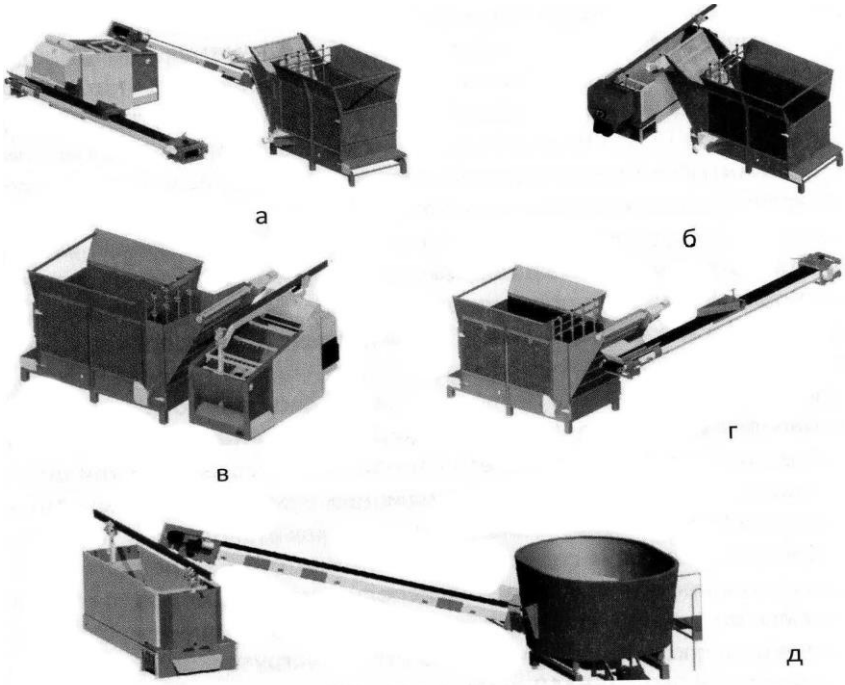

Рис. 9 Варианты исполнения автоматизированных систем кормления животных фирмы «Pellon Group OY»: а – загрузчик + смеситель TMR+ленточный конвейер Pellón Belt Feeder – для беспривязного содержания животных; б – загрузчик + робот-кормораздатчик Pellón Combi – для привязного содержания животных; в – загрузчик + робот-кормораздатчик Pellón TMR – для беспривязного содержания животных; г – загрузчик + ленточный конвейер Pellón Belt Feeder – для беспривязного содержания животных; д – смеситель CutMix + ленточный конвейер + робот-кормораздатчик Pellón Silage – для беспривязного содержания животных

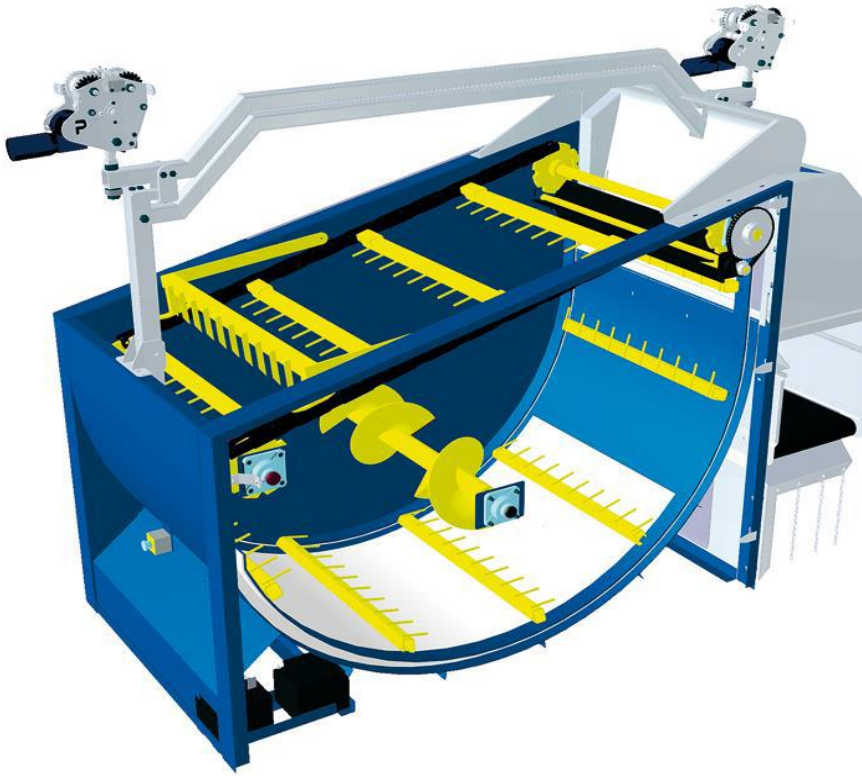

Рис. 10 Конструктивная схема робота-кормораздатчика Pellón TMR фирмы «Pellon Group OY»

8.2 Роботы-кормораздатчики ленточного типа

Для группового кормления животных можно использовать и стационарные автоматизированные технические средства для раздачи кормов. Так, фирма «Pellon Group OY» предлагает потребителям ленточный конвейер Pellón Belt Feeder (рис. 11) который устанавливается в животноводческом помещении над кормовым проходом.

Предварительно приготовленная кормосмесь подается в приемную часть ленточного конвейера и далее ленточным

транспортером перемещается над кормовым проходом. Над ленточным транспортером установлено сбрасывающее поворотное устройство в виде клина, которое имеет возможность автономного режима перемещения вперед-назад. За счет управления перемещением сбрасывающего устройства (вручную или с помощью компьютера Graphics) обеспечивается выдача необходимого количества корма в кормушку или на кормовой стол. Раздача кормов может производиться как на одну, так и на другую сторону от ленты транспортера за счет поворота клиновидного сбрасывающего устройства, выполняемого автоматически сервомотором, установленным в конце конвейера. Ширина ленты ленточного конвейера 450 мм, длина до 80 м, установленная мощность привода 3 кВт.

Рис. 11 Ленточный конвейер Pellon Belt Feeder.

8.3 Роботы-кормораздатчики подвесного типа

Для кормления животных при привязном содержании животных фирмой «Pellon Group OY» разработан робот-кормораздатчик Pellón Combi (рис. 3.6), конструктивное исполнение которого и возможности системы управления позволяют осуществлять индивидуальное кормление животных в соответствии с запрограммированным рецептом. Отличительная особенность робота – реализованный в его конструкции способ приготовления кормосмеси: она готовится с помощью

поперечного раздаточного ленточного транспортера, оснащенного системой электронного взвешивания. На транспортер дозаторами (работают в согласованном с системой взвешивания режиме) из соответствующих бункеров подается запрограммированная порция грубых и концентрированных кормов. Исходные компоненты кормосмеси смешиваются в процессе их дозирования на поверхность транспортера. Готовая порция кормосмеси транспортером выгружается конкретному животному в кормушку или на кормовой стол (раздача может осуществляться на обе стороны.

Рис. 12 Робот-кормораздатчик Pellón Combi
фирмы «Pellon Group OY»

Фирма «Mullerup A/S» (Дания), которая с 2010 г. входит в состав концер-на «GEA Farm Technologies», предлагает потребителям также различные вари-анты автоматизированных систем кормления животных, которые по назначению и исполнению в общем аналогичны предыдущим. Так, конструкция роботов-кормораздатчиков Mix Feeder этой фирмы позволяет выполнять приготовление кормосмеси и ее раздачу в животноводческих помещениях с различными системами содержания животных (рис.13) в автоматическом режиме под управлением компьютера МІТ или вручную.

Рис. 13 Робот-кормораздатчик Mix Feeder фирмы «GEA Farm Technologies»

Для раздачи предварительно приготовленной кормосмеси фирма «GEA Farm Technologies» выпускает типоразмерный ряд роботов-кормораздатчиков марки Free Stall Feeder M1600, M2000 и M3000 (рис.14) с бункером вместимостью соответственно 1,6, 2 и 3 $м^3$. Эти кормораздатчики предназначены для обслуживания стада до 400 коров, имеют 20–30 циклов загрузки кормосмеси за смену, могут обслуживать до 15 групп животных, скорость движения при раз-даче кормосмеси 16 м/мин, Управление автоматическое (компьютер MIT) или ручное.

Рис. 14 Робот-кормораздатчик Free Stall Feeder фирмы «GEA Farm Technologies»

Для кормления молочного стада с большим поголовьем (до 1000 коров) при беспривязном содержании фирма «GEA Farm Technologies» разработала систему MIX&CARRY, состоящую из

подвесного робота-кормораздатчика и установки для приготовления кормосмесей (рис.15).

Рис. 15 Схема процесса работы робота-кормораздатчика MIX&CARRY фирмы «GEA Farm Technologies»

Подвесные роботы-кормораздатчики MIX&CARRY Feeder с бункером вместимостью 2 или 3 м3 могут обслуживать до 20 групп животных, выдавая им до 30 типов рационов кормосмесей, перемещаясь при этом со скоростью 8-16 м/мин.

Установка для приготовления кормосмесей MVM (рис.16) представляет собой смеситель-корморадатчик с вертикально установленными рабочими органами, который оснащен электронной системой взвешивания. Для удовлетворения потребностей ферм с различным поголовьем животных выпускается широкий типоразмерный ряд кормосмесителей (табл. 3.4).

Рис16 Установка для приготовления кормосмесей MVM фирмы «GEA Farm Technologies».

Таблица 3.4

Техническая характеристика смесителей-кормораздатчиков MVM Показатели	MVM 6,5/8/10	MVM 14/18	MVM 22/27
Вместимость, м3	6,5/8/10	14/18	22/27
Установленная мощность, кВт	15	22	30
Число шнеков	1	2	2
Число ножей на шнеке	5	10	14

8.4 Роботы-кормораздатчики мобильного типа с шасси

В последнее время получают развитие автоматизированные системы кормления животных, перемещение которых осуществляется не по подвесным направляющим, а в автономном режиме с использованием современных систем управления движением мобильных объектов. При создании конструкции таких роботов за основу были взяты не подвесные роботы-кормораздатчики, а мобильные смесители-кормораздатчики. Такие инновационные разработки уже были продемонстрированы на крупнейших международных выставках – автоматический смеситель-кормораздатчик Innovado

Рис. 17 Автоматический смеситель-кормораздатчик Innovado фирмы «Schuitemaker Machines B. V.»

В конструкции Innovado использованы как уже известные технические решения, так и инновационные разработки. Так, выемка корма из силосных буртов и его загрузка в бункер установки осуществляются хорошо зарекомендовавшей себя блочной силосорезкой, размещенной на стреле с регулируемой длиной вылета. Корма готовятся в бункере робота, оснащенного получившей в последнее время наибольшее распространение вертикальной системой измельчения-смешивания. Раздача корма может осуществляться на обе стороны ленточным поперечным транспортером без регулировки высоты разгрузки (т. е. в основном на кормовой стол).

Инновационными решениями в конструкции Innovado являются шасси и система управления. Шасси, на котором размещены все рабочие органы робота, имеет четыре колеса с полным приводом и возможностью управления направлением движения каждого колеса в отдельности. Привод осуществляется от электродвигателя с аккумуляторной батареей.

Система управления обеспечивает выполнение в автоматическом режиме всех технологических операций выемки, приготовления и раздачи кормосмеси, а также перемещение робота по заданному маршруту. Маршрут для Innovado задается путем размещения под поверхностью дорожного полотна специальных индукционных датчиков. На самом роботе установлены сенсоры, которые, взаимодействуя с датчиками и с помощью гироскопа, обеспечивают перемещение установки в заданном направлении и по установленному маршруту. Безопасная эксплуатация Innovado обеспечивается за счет установленного на нем лазера, который сканирует близлежащее пространство на предмет присутствия людей, животных и других объектов. Если они встречаются на маршруте движения робота, он немедленно останавливается.

Программное обеспечение системы управления позволяет Innovado осу-ществлять забор кормов из нескольких хранилищ, обслуживая при этом раз-личные группы животных в разных помещениях и приготавливая им соответствующие каждой из групп рецепты кормосмесей.

8.5 Роботы-кормораздатчики с функцией подравнивания кормов

На фермах с беспривязным содержанием животных раздача грубых кормов или кормосмесей осуществляется, в основном, на так называемый «кормовой стол», преимущества которого перед кормушкой заключаются в удобстве обслуживания и более низких затратах труда на его очистку от остатков корма. В то же время, из-за поведенческого стереотипа выборочного поедания корма коровами через небольшой промежуток времени после начала кормления, часть корма оказывается вне зоны их досягаемости. Поэтому на молочных фермах приходится сдвигать корм ближе к кормовой решетке 2–5 раз в сутки. Выполнение этой операции вручную требует значительных затрат труда. В связи с этим для сдвигания корма в зону досягаемости его животными выпускаются роботизированные системы различного исполнения. Одной из них является роботизированная установка Butler фирмы «Wasserbauer» (Австрия). Рабочий орган установки выполнен в виде поперечного вертикального конвейера, привод которого осуществляется от электродвигателя (напряжение 24 В). Перемещается установка по рельсовой направляющей, смонтированной на стойловом оборудовании над кормовыми решетками. На направляющей смонтирована каретка с ходовым колесом, она служит опорой ближнего к кормовым решеткам края установки. Вторая опора – ходовое колесо, установленное на оси нижней противоположной части установки (перемещается по поверхности пола животноводческого помещения). Привод каретки и опорного нижнего колеса осуществляется от электродвигателей (по одному на каждую опору), питание всех трех электродвигателей – от аккумуляторов, которые подзаряжаются в автоматическом режиме в положении парковки. В соответствии с заданной программой робот до 12 раз в сутки перемещается вдоль фронта кормовых решеток и за счет вращения конвейера сдвигает корм в зону досягаемости его животными.

Новые модели робота Butler оснащены системой автоматического управ-ления его движением. Она обеспечивает перемещение установки параллельно направляющей на криволинейных участках (с радиусом направляющего рельса 1–2 м и больше). Благодаря этому агрегат может обслуживать оба противоположно расположенных кормовых стола в одном кормовом проходе (может разворачиваться).

Фирма «Wasserbauer» разработала и новую модель робота с расширенны-ми функциональными возможностями Butler-Plus (рис. 18). Он дополнительно оснащен бункером и дозатором (или двумя дозаторами), имеет возможность вносить сверху силоса концентрированные корма, жидкие или минеральные добавки.

Рис. 18 Роботизированная установка Butler-Plus фирмы «Wasserbauer»

Фирма «Lely» (Нидерланды) разработала другой вариант роботизированной установки для сдвигания корма на кормовом столе, функциональные возможности системы управления которой позволяют отказаться от использования направляющих над кормовой решеткой (рис.19). Робот Juno представляет собой

самоходное устройство цилиндрической формы, высотой 1 м и 1,6 м, размещенное на трех колесах (одно служит для направления движения робота, два других с приводом от электродвигателя обеспечивают необходимые перемещения установки).

Рис. 19 Робот Juno фирмы «Lely»

Перемещение робота по скользкой поверхности кормовых проходов животноводческого помещения без проскальзывания ведущих колес и создание необходимого усилия для сдвигания корма обеспечивается путем увеличения массы установки до 575 кг за счет размещенного в области ее задней оси и электропривода балласта (из бетона). Сдвигание корма в зону досягаемости его животными осуществляется за счет вращения рабочего органа цилиндрической формы с приводом от электродвигателя (высота рабочей поверхности 60 см), роль которого выполняет наружный кожух корпуса робота. Питание двух электродвигателей привода движения и вращения рабочего органа осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 12 В, регулярно заряжаемой на зарядной станции, расположенной на маршруте движения робота.

Для обеспечения работы робота Juno в полностью автоматизированном режиме необходимо определить направление его движения и пройденное им расстояние, обеспечить движение по заданному маршруту и поддержание установленного расстояния робота от кормовой решетки. Решение этих задач обеспечивается путем оснащения робота измерительными техническими средствами (для получения первичной информации) и бортовым компьютером с соответствующим программным обеспечением (для анализа полученной информации, принятия необходимого решения и выдачи команды исполнительным механизмам).

На основе анализа информации, поступающей от установленного в кор-пусе Juno гироскопа (фиксирует любые изменения направления движения и передает сигналы в блок управления), бортовой компьютер определяет направление движения робота. Пройденное им расстояние вычисляется по результатам обработки информации, получаемой от размещенных на приводных колесах датчиков (подсчитывают число оборотов колес). Расстояние робота от кормовой решетки, по мере его продвижения по кормовому проходу, непрерывно контролируется ультразвуковым датчиком. Задание маршрута движения робота выполняется вручную путем программирования бортового компьютера с помощью портативного контроллера E-link. На маршруте движения робота размещается станция для подзарядки аккумулятора, путь к ней также программируется. Для обозначения направления движения по выбранному маршруту в начале и конце пути робота устанавливаются маркеры в виде металлических планок. Робот может обслуживать все кормовые проходы животноводческого помещения. После того как маршрут задан, Juno может выполнять его в автоматическом режиме через установленные интервалы времени (от 30 мин и более – в зависимости от условий работы). Компания «Lely» уже начала работы по расширению функциональных возможностей робота – в новом исполнении он будет иметь дополнительную возможность дозированного распределения концентрированных кормов вдоль фронта кормовой решетки.

9. Роботизированные системы для уборки навоза

Регулярная и полная уборка навоза из животноводческих помещений является необходимым условием получения высококачественной продукции животноводства, обеспечения требуемого микроклимата и санитарного состояния ферм, сохранения здоровья животных и обслуживающего персонала. Но удаление навоза из животноводческих помещений – один из наиболее трудоемких процессов на ферме. В связи с этим для сокращения затрат труда и обеспечения качественной и своевременной уборки навоза в животноводческих помещениях за рубежом были разработаны автоматизированные системы навозоудаления.

9.1 Роботы для уборки животноводческих проходов со сплошными полами

Конструктивное исполнение навозоуборочных роботов зависит, главным образом, от их целевого назначения, т. е. для уборки каких навозных проходов они предназначены: со сплошными или щелевыми полами. Так, для очистки навозных проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, обеспечивающие сбор навоза с их поверхности и транспортировку всей этой массы к поперечному сборному навозному каналу. Автоматизированные навозоуборочные системы такой конструкции выпускает ряд ведущих производителей. Так, французская фирма «Sermap Sas» (торговая марка – MIRO) для уборки подстилочного и бесподстилочного навоза из навозных проходов со сплошными полами разработала автономную скреперную установку Scarabeo, основными частями которой являются скрепер с регулируемыми боковыми лопастями, блок управления, зарядное устройство и направляющий профиль (рис.20).

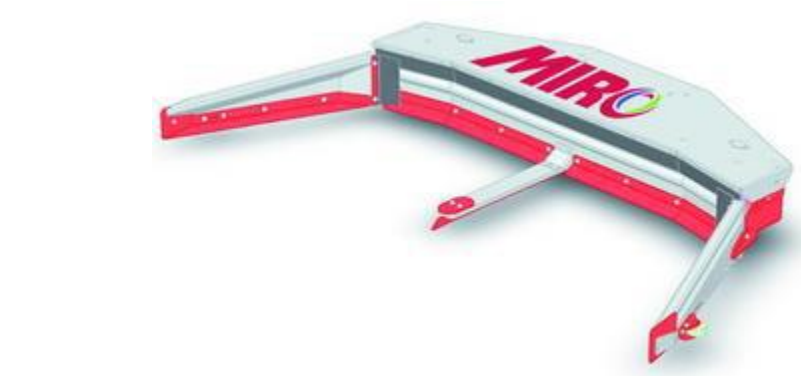

Рис. 20 Автономная скреперная установка Scarabeo.

Корпус скрепера установлен на колесах, приводимых в движение от мотор-редуктора с двумя аккумуляторными батареями. При возврате в исходное положение скребки на корпусе скрепера и боковых лопастях автоматически приподнимаются. На конечной станции аккумуляторы заряжаются от зарядного устройства. Задание направления перемещения установки осуществляется за счет взаимодействия направляющего профиля скрепера с желобом, выполненным в навозном проходе помещения. Это позволяет перемещать установку по кривой, радиусом до 4 м. Кроме того, при разветвлении навозных проходов предусмотрена возможность использования системы стрелок (по аналогии с железнодорожными путями) и уборки навоза поочередно из каждого из них.

Блок управления обеспечивает работу установки в полностью автоматическом режиме по установленной программе с возможностью дистанционного управления рабочим процессом. Безопасная эксплуатация робота обеспечивается за счет функции остановки робота при столкновении его с препятствием. Одна установка может выполнять уборку навоза из нескольких навозных проходов, длиной до 100 м.

Скреперную установку с гидравлическим или тросовым приводом (рис.21), работающую полностью в автоматическом режиме, разработала фирма «Farmtec» (Чехия). Программное

обеспечение системы управления установки позволяет настроить частоту проходов скрепера за один рабочий цикл, временные интервалы между циклами и другие параметры. Безопасная эксплуатация скрепера обеспечивается благодаря наличию функции его остановки при столкновении с препятствием. При этом запрограммированы следующие этапы поведения робота в этой ситуации: приостановка работы, повторение попытки возобновления работы и, в случае невозможности дальнейшего продвижения, подача сигнала об аварийной ситуации (светового, звукового и по мобильной связи).

Рис. 21 Скреперная установка с тросовым приводом фирмы «Farmtec».

9.2 Роботы для уборки животноводческих проходов со щелевыми полами

При уборке навоза из навозных проходов, оборудованных щелевыми полами, основными функциями используемых технических средств являются сбор и проталкивание навозной массы через щели в подпольное пространство, где она накапливается или удаляется с помощью механических или гидравлических систем. Это и обусловило разработку для очистки щелевых полов мобильных роботов, работающих в

автономном режиме. Эти машины имеют компактную конструкцию и оснащены электроприводом с энергоснабжением от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом, в качестве которого чаще используется фронтальный поперечный скрепер. Навозоуборочный робот Srone такой конструкции разработан канадским подразделением «Houle» компании «GEA Farm Technologies» (рис.2.2).

Рис. 2.2 Навозоуборочный робот SRone фирмы «GEA Farm Technologies».

Основные элементы робота размещены на шасси с двумя большими при-водными колесами и одним маленьким направляющим колесом. Энергоснабжение электропривода осуществляется от аккумуляторных батарей, емкость которых обеспечивает работу робота в течение 19,5 ч в сутки. При такой продолжительности работы и рабочей скорости передвижения 4 м/мин робот может очищать от навоза поверхность решетчатых

полов в животноводческих помещениях до 8 раз в сутки на площади 6000–8600 м2. Зарядная станция, входящая в комплект оборудования, за счет наличия функции быстрой зарядки позволяет всего за 4,5 ч (в основном в ночное время) производить полную зарядку аккумуляторных батарей.

Высокое качество очистки даже угловых зон проходов обеспечено оснащением скрепера боковыми створками с роликами и сменными резиновыми скребками скрепера, а также очень высокой маневренностью робота (для полного его разворота требуется расстояние в 2 м). Надежное перемещение по поверхности решетчатых полов и создание необходимого усилия для сдвигания навозной массы скрепером (до 100 кг) обеспечивается путем увеличения массы робота до 400 кг и оснащения приводных колес шинами с глубоким протектором.

Взаимодействие боковых створок скрепера с кромкой навозного канала (комплект кромок на все помещение входит в стандартную поставку) в сочетании с сенсорами дает возможность следовать роботу по заданному маршруту. Поэтому при переходе на автоматическую уборку навоза необходимо оснастить все навозные проходы специальными кромками и установить зарядную станцию, которая является отправной точкой для следования по всем запрограммированным маршрутам. Программное обеспечение системы управления робота позволяет осуществлять все его перемещения по заданному маршруту полностью в автоматическом режиме. При потере контакта боковых створок скрепера с кромкой навозного канала (например, при движении по криволинейной траектории, отклонении от маршрута, начале работы и т.д.) система управления робота выдает сигнал на направляющее колесо – это обеспечивает движение робота в сторону кромки канала вплоть до соприкосновения с ней. Можно запрограммировать два режима зарядки аккумуляторов робота: один раз в сутки на 6 ч или 2 раза в сутки по 4 ч. Через каждые 28 дней робот становится на зарядку аккумуляторов в непрерывном режиме в течение 10 ч (в системе управления эта функция запрограммирована и выполняется автоматически). Безопасная эксплуатация *SRone* обеспечивается наличием функции остановки робота при

превышении усилия сталкивания (на скрепере) выше допустимого значения с последующим возобновлением движения по обходному маршруту (при необходимости).

9.3 Роботы для уборки станочного оборудования для содержания свиней

При очистке станочного оборудования для содержания свиней от загрязнений (в основном от навоза) в последнее время достаточно часто используют моечно-дезинфекционные машины высокого давления. Такое оборудование обеспечивает высокое качество очистки и в значительной степени механизирует процесс уборки технологического оборудования. В то же время мойка оборудования сопровождается выделением в воздух помещения большого количества соединений аммиака, бактерий, грибковой микрофлоры, в результате у обслуживающего персонала возникают проблемы со здоровьем (насморк, воспаление глаз, повышение температуры и др.). Для исключения негативных последствий использования моечных машин высокого давления на здоровье работников специалисты фирмы «Ramsta Robotics» (Швеция) разработали моеч-ный робот Clever Cleaner (рис.23).

Рис. 23 Моющий робот Clever Cleaner фирмы «Ramsta Robotics»

Робот представляет собой шасси с электроприводом, на котором смонтированы рукаманипулятор и барабан для наматывания излишков шланга подачи моющего раствора (50 м).

Для эффективной работы робота необходима моечнодезинфекционная установка производительностью 0,96–1,08 м3/ч и давлением моющего раствора 18–20 МПа, которая размещается в животноводческом помещении отдельно в удобном месте (в комплект поставки не входит). Максимальный радиус зоны досягаемости рукиманипулятора 4,015 м, на ее конце установлены фреза для очищения станочного оборудования от прочных загрязнений и сопло для формирования струи моющего раствора (дальность действия струи до 5,5 м от робота).

Программирование робота осуществляется путем его обучения выполнению некоторой последовательности технологических операций. Так, при первой мойке одного станка оператор управляет движениями руки-манипулятора вручную джойстиком, а все выполняемые им операции автоматически заносят. Для мойки технологического оборудования во всем проходе по обе его стороны наносятся маркеры в местах остановки робота. Так формируется технологический план мойки технологического оборудования всего помещения. После программирования системы управления робота для запуска его в работу необходимо лишь ввести номер соответствующего технологического плана, после этого все предусмотренные планом операции будут выполняться в автоматическом режиме.

При возникновении нештатной ситуации (например, блокирование манипулятора) система управления прерывает выполнение текущей операции и выдает аварийный сигнал, для обработки которого робот оснащен интеллектуальной системой диагностики аварийного состояния. Она контролирует работу всех приводных механизмов и выводит на пульт оператора сведения обо всех сбоях. Аварийный сигнал может передаваться по сотовой связи на несколько номеров мобильных телефонов (до четырех).

Опыт подтверждает, что Clever Cleaner выполняет 80–85 % от общего объема работ по мойке технологического оборудования для содержания свиней. Специалисты фирмы подсчитали, что для

обеспечения рентабельности установка должна работать не менее 300 ч в год. Моечные роботы Clever Cleaner в Швеции работают более девяти лет, а общее их количество на фермах этой страны уже давно перевалило за сотню. Кроме того, моечный робот успешно применяется на свиноводческих фермах Дании (более 40 роботов), Финляндии, Нидерландов, Канады, Франции, Италии, Швейцарии и Германии.

10. Роботизированные системы для доения коров

Доение коров – не только функционально наиболее ответственный про-цесс в общей технологии производства молока, влияющий на продолжительность использования коров, их продуктивность и качество получаемого молока, но и один из наиболее трудоемких, на выполнение которого затрачивается до 37 % рабочего времени, связанного с обслуживанием животных.

Критериями, характеризующими эффективность функционирования технологической системы машинного доения коров, являются полнота выдаивания, скорость молоковыведения и заболеваемость вымени коров маститом. Значение этих критериев зависит как от технических характеристик применяемого доильного оборудования, так и от технологических показателей машинного доения, которые в отдельных случаях имеют даже большее значение, чем технические характеристики, и напрямую зависят от обслуживающего персонала.

Качественное проведение преддоильных операций, своевременное выполнение заключительных операций требуют от оператора постоянного контроля за интенсивностью молокоотдачи у животных. Но, так как у животных разная продолжительность доения, как в целом по вымени, так и по каждой доле в отдельности, оператор, работая с тремя или четырьмя доильными аппаратами, не в состоянии вовремя воспринять или в силу некомпетентности правильно оценить и своевременно отреагировать на изменение этого показателя. Доильный аппарат вследствие конструктивных особенностей также не может адекватно воспринять изменение интенсивности

потока молока в процессе молоковыведения. Из-за этого возникают отклонения от заданных режимов функционирования подсистем: доильный аппарат – молочная железа; оператор – молочная железа. В результате снижается молочная продуктивность, увеличивается заболеваемость коров маститом, сокращается лактационный период. Поэтому наиболее целесообразным является использование такого доильного оборудования, функционирование которого обеспечивает автоматическое управление режимом доения коров в соответствии с физиологическими функциональными особенностями долей вымени и исключает приведенные отклонения в технологической системе машинного доения.

За рубежом созданы и активно используются на практике автоматизированные системы доения – доильные роботы, что можно расценивать как один из этапов создания системы точного животноводства. Доильным роботам предсказывается такое же революционное воздействие на молочное скотоводство, какое в свое время оказали на организацию уборки урожая самоходные зерноуборочные комбайны.

Научные разработки роботов начали в конце 70-х гг. прошлого столетия практически одновременно такие известные производители доильного оборудования, как «Lely» Industries N.V. (Нидерланды), «Gascoigne-Melotte» (позже вошла в состав компании «BouMatic», США), «Insentec» (Нидерланды) и др.

Первой компанией, начавшей промышленное производство доильных роботов, была голландская компания «Lely». Сейчас их производят по лицензии «Lely» фирмы «Fullwood» и «BouMatic». А компании «AMC Liberty», «DeLaval», «Meko», «Prolion», «SAC» и «Westfalia» выпускают системы автоматического доения по собственным технологиям. Фирма «Lely» и сейчас остается мировым лидером по производству доильных роботов. В самой Голландии каждая четвертая доильная установка, покупаемая фермерами, – автоматическая.

В настоящее время в Дании, Голландии и других европейских странах интенсивно развивается направление роботизации технологических процессов. Роботы доения завоевывают популярность и выпускаются всеми ведущими фирмами. В

Голландии, занимающей лидирующее положение в производстве роботов доения, их внедрение осуществляется при финансовой поддержке государства. На декабрь 2002 г. в мире насчитывалось 1754 доильных робота, спустя 5 лет их было 8190, в 2010 г. – более 16 тыс. При этом в 2010 г. в Германии и Франции, где до недавнего прошлого доля доильных роботов среди проданных новых доильных установок не превышала 10 %, роботизированные системы составили 30 % всего доильного оборудования. В ряде европейских стран (Скандинавские страны и Нидерланды) доля доильных роботов на первичном рынке уже находится в пределах 20–80 % (в Дании и Швеции их около 60 %, а в Финляндии – 80 %). На конец 2008 г. во всем мире насчитывалось уже свыше 6,5 тыс. молочных ферм, где работает около 10000 доильных роботов, большинство из которых изготовлены фирмами «Lely» и «DeLaval» (Швеция). В последние годы темпы роста продаж доильных роботов в мире достигали 150 %. Наибольшее распространение системы автоматического доения получили в Европе, где средняя численность стада остается небольшой, особенно распространены роботы в Бельгии и Голландии. Высокий уровень заработной платы при одновременном дефиците рабочих стимулирует продажи роботов.

Эффективность использования роботизированных систем для доения коров заключается не только в известных преимуществах автоматизации индустриального производства (исключение ручного труда, повышение интенсивности использования оборудования и т.д.), но и в достижении технологического эффекта путем создания физиологически более благоприятных условий для молочного скота.

Все фирмы производители доильных роботов стремятся усовершенствовать их показатели, создавая все новые модели. Так, время, затраченное на доение (время, которое корова проводит в боксе), компания «Lely» уменьшила с 6,53 до 6,08 мин, компания «DeLaval» – с 7,34 до 5,45 мин, компания «Foolwood» – с 6,37 до 5,39 мин. При этом обработка сосков, включая присоединение стаканов, занимает у роботов компании «Lely» в

среднем 94 сек., у роботов компании «DeLaval» – 128 сек. и роботов компании «Foolwood» – 54 сек.

Основной эффект от использования роботов будет складываться из общего снижения трудозатрат (порядка 4,5 тыс. человеко-часов в год для МТФ на 200 голов), а также исключения низкоквалифицированного труда обслуживающего персонала, от которого зависит состояние здоровья выдаиваемых животных. Поэтому, в целом, затраты на эксплуатацию роботизированной фермы часто оказываются даже ниже, чем доильного зала или привязной механизированной животноводческой фермы (рис. 4.1)

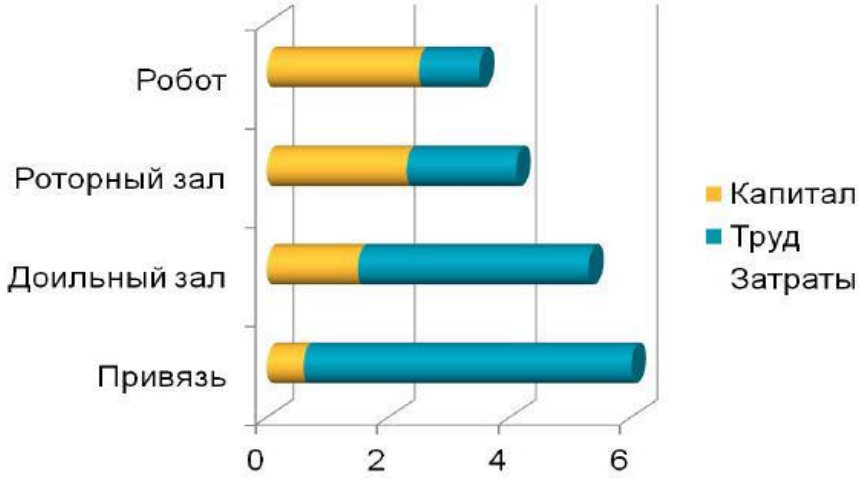

Рис. 24 Затраты на эксплуатацию технических систем доения

Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают доильный бокс. При этом увеличивается частота доений животных (у высокопродуктивных коров – до 4 раз и более в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени животного. Однако не все коровы пригодны к роботизированному доению. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15 % коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающихся племенной работой.

Применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с

соответствующей планировкой коровника. При использовании автоматической системы доения проекты коровников должны учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом дня и физиологическими потребностями животные совершают многократные перемещения по помещению (для доения – 3–5 раз в сутки, для кормления – в среднем 7 раз).

Выход молока зависит от времени доения нелинейным образом. Существует определенное оптимальное время доения, которое позволяет обеспечить максимальный выход молока.

10.1 Особенности роботов как систем доения

Доильные роботы могут использоваться при различных схемах движения животных:

- принудительный маршрут;
- направляемое движение коров;
- концепция «сначала корм»;
- свободное движение коров.

При этих схемах движения коров применяются два типа мотивации:

- негативная – если коровы не дадут молока, они не получат корм или им не позволят лежать;
- позитивная – привлечение коров концентратом.

Преимущество принудительного маршрута заключается в том, что поведение животных понятно и предсказуемо для обслуживающего персонала. Недостатки: коровы должны привыкать к маршруту, возникают очереди перед роботами, коровы меньше отдыхают, учащаются проблемы со здоровьем животных.

Преимущества направляемого движения коров: предсказуемость для персонала; коровы, которым не нужна дойка, свободно проходят к корму без посещения робота. Недостатки те же, что и для принудительного маршрута.

Преимущества концепции «сначала корм»: коровы имеют свободный доступ к концентратам, их движение предсказуемо для обслуживающего персонала. Недостатки концепции те же, что описаны выше, кроме того, коровы ложатся в местах для

кормления; они получают концентраты в ограниченном пространстве; необходимо строить коридоры.

Преимущества свободного движения коров: коровы ходят так, как хотят, не толпятся перед роботом, всегда могут употреблять грубые корма. Недостаток заключается в том, что персонал не может предугадать маршрут отдельной коровы, что затрудняет ее обслуживание (например, ветеринарное).

Принцип работы: робот сначала моет (либо чистит щетками без последующей сушки) вымя, сушит его, сдаивает первые струйки молока, определяет электропроводность и тем самым качество молока и только затем выдаивает молоко. В случае низкого качества оно направляется в отдельную емкость. После дойки происходит дезинфекция и сушка сосков, а также осуществляется тщательная дезинфекция всей установки после каждой коровы. Таким образом, обеспечивается высокое качество молока и оптимизированное доение коров.

Применение доильных роботов позволяет оценивать состояние каждой четверти вымени и своевременно выявлять признаки мастита. Для диагностики субклинических маститов используются два параметра – электропроводность и температура молока. Производители роботов могут снабжать свою продукцию дополнительными датчиками.

Анализируя опыт эксплуатации доильных роботов за рубежом, можно отметить некоторые характерные технологические направления, применимые в условиях отечественного молочно-товарного производства.

- Беспривязное содержание коров на глубокой подстилке или в боксах с доением на автоматических линиях типа «Бокс-площадка» или «Дубль-бокс», где один робот обслуживает 50–60 коров. Наличие АСУ ТП молочно-товарной фермы, контролирующей управление стадом, нормированное кормление высокоэнергетическими кормами и микроклимат помещений. Технологическая схема применима для селекционных хозяйств и небольших (до 150 коров) ферм с высокопродуктивными животными.

- Промышленные молочно-товарные фермы на 200 дойных коров составляют 31 % в масштабах отрасли.

Автоматизированная линия доения имеет доильную площадку типа «Робот - полибокс» с количеством от 2 до 5 роботизированных мест доения. Содержание, кормление коров и управление стадом аналогично применяемому на автоматической линии типа «Бокс-площадка» или «Дубль-бокс».

Кроме того, будет обеспечиваться высокое качество молочного сырья (не менее 98 % высшего сорта) за счет безусловного выполнения всех требуемых операций по содержанию, кормлению и доению животных, созданию условий микроклимата.

10.2 Преимущества доильных роботов

Выделим основные преимущества доильных роботов как отдельного направления в общей классификации способов содержания и доения коров:

- полная автоматизация процессов и минимальные трудозатраты для получения молока;
- обязательное качественное выполнение всех операций по подготовке жи-вотных к доению, а также санобработке вымени. Это благотворно влияет на правильное развитие рефлекса молокоотдачи и снижает общий уровень заболеваемости маститом;
- индивидуальный режим доения для каждого соска, что обеспечивает максимально возможное в промышленных условиях щадящее доение и минимальный риск распространения инфекции;
- комфортное и бесстрессовое содержание коров, обусловленное рациональной компоновкой коровника и доильномолочного блока;
- анализ качества молочного сырья с регистрацией его параметров во время доения поднимает на новый уровень возможности взаимодействия производителей и переработчиков молока;
- отделение первых струек молока, содержащих наибольшее количество бактериальной микрофлоры, способствует продлению сыропригодности молока.

Последние два преимущества, хотя и не вполне очевидны, поскольку технически могут быть реализованы в условиях станочных автоматизированных систем доения, все же пока остаются приоритетными для интегрирования в общую совокупность при роботизации процесса. Использование доильных роботов для дойки коров физиологически обосновано и практически исключает затраты труда оператора.

10.3 Недостатки роботизированных систем доения

Наряду с очевидным преимуществом автоматических доильных систем в процессе их эксплуатации обнаружен ряд проблемных моментов. Прежде всего, это их высокая стоимость. В Европе цена робота, способного доить 50–70 коров, по разным источникам, колеблется от 80 до 170 тыс. евро. В нашей стране доильные роботы еще дороже, их стоимость достигает 250 тыс. евро и выше. Немецкие специалисты показали, что сегодня инвестиции в одно скотоместо на фермах с беспривязно-боксовым содержанием коров и автоматической доильной системой значительно выше, чем на фермах с традиционными доильными установками. Например, доильный робот расходует больше электроэнергии и воды. По сравнению с традиционными доильными залами перерасход может быть двух- и трехкратным в перерасчете на обслуживаемое поголовье. Наиболее экономична при всех размерах стада доильная установка типа «Ёлочка». Однако имеющийся опыт показывает достаточно высокую эффективность доильного робота. При оптимальных капиталовложениях и грамотной организации труда прибыль, получаемая при его применении, позволяет за несколько лет окупить установку.

Еще одна важная проблема при внедрении роботов – особый подход к дойному стаду. Прежде всего, необходима тщательная выбраковка коров по параметрам вымени в целом и сосков в частности. Наиболее часто коровы подходят к роботу утром. Число подходов отдельных животных весьма различно. В среднем, при стойловом содержании на одну корову приходится 2,4–2,7 подхода к роботу, при пастбищном – 1,9 подхода.

Продолжительность доения – до 8 мин. Длительность перерыва между доениями – в среднем 9,2 ч с колебаниями от 6 до 12 ч.

Лидером на рынке автоматизированных систем доения является фирма «Lely». Она предлагает потребителям новое поколение доильного робота – Astronaut A4 (рис.25), одно из наибольших отличий которого от предыдущего Astronaut A3 заключается в новой конструкции бокса с системой «Iflow», обеспечивающей выход животного вперед. Такая конструкция лучше удовлетворяет модели поведения коров, кроме того, новая конструкция предусматривает убирающуюся кормушку и экономит время (животные быстрей покидают бокс робота).

Рис. 25 Общий вид доильного робота Astronaut.

Талица 4.3 Технические характеристики доильного робота Astronaut

Параметры		Значения
Доильный робот	высота, см	229
	длина, см	423
	ширина с вытянутой рукой, см	198
	ширина с прижатой рукой, см	180
	масса, кг	1550
Размеры рабочих зон движущихся частей	со стороны коровы (для ворот), см	130
	со стороны руки-манипулятора (рука вытянута), см	160
Компрессор с осушителем воздуха	тип компрессора	Atlas Copco SF4 P8-SD6
	длина, см	60
	ширина, см	130
	высота, см	160
	масса, кг	215
	выходное давление, бар	8

В концепции создания робота Astronaut предусмотрено совершенствование всех систем оборудования, что обеспечивает условия для комфортного размещения животного в доильном боксе, надежное определение месторасположения сосков вымени, учет физиологических особенностей животного, контроль качества молока и менеджмент молочного стада.

Доильный робот Astronaut является частью автоматизированной системы доения, которая доит, кормит и следит за состоянием коров. Система доения также тестирует количество и качество молока, полученного от коров, и, если необходимо, она отделяет загрязненное или некондиционное молоко.

Передатчик на каждой корове позволяет системе идентифицировать ее по уникальному номеру, а система управления обеспечивает необходимые записи в журнале для каждой коровы. Система доения использует эти записи для управления доением и кормлением коровы, когда она входит в доильный робот.

Система доения состоит из четырех основных частей:

- доильного робота;
- комнаты с танком-охладителем для хранения молока;
- офиса управления;
- компрессора.

Основные составляющие системы доения Astronaut представлены на рис.

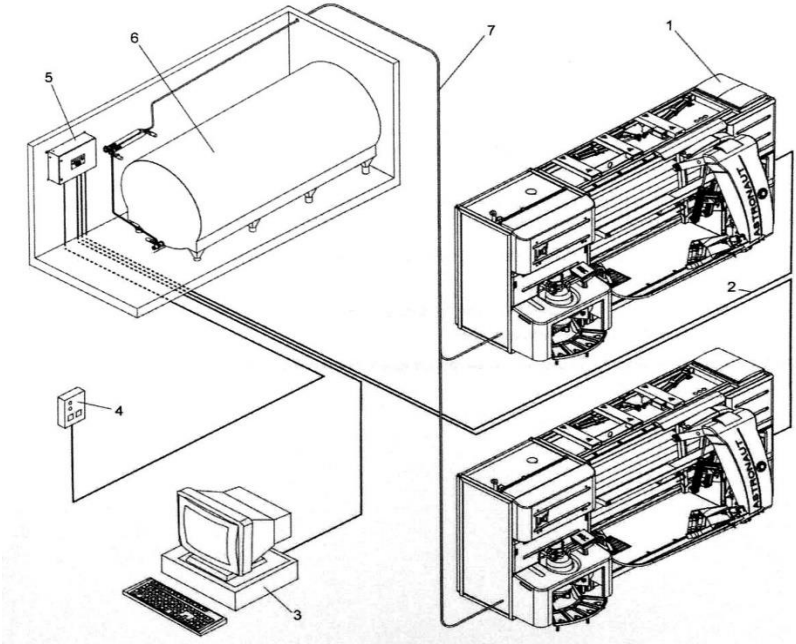

Рис. 26 Основные составляющие системы доения Astronaut: 1 – доильный робот; 2 – сеть T4C; 3 – PC; 4 – сигнализатор; 5 – CRS+; 6 – танк-охладитель; 7 – система доставки молока.

Доильный робот устанавливается непосредственно в коровнике, или «пристраивается» к нему таким образом, что пол доильного робота находится практически на той же высоте, что и пол коровника. Это делает доступ коров к доильному роботу безопасным и удобным.

Доильный робот состоит из четырех основных частей:

- доильного бокса для коровы;
- машинного отделения;
- руки-манипулятора;
- X-Link панели управления.

Пол в боксе оснащен весами, которые взвешивают корову, когда она входит в доильный робот. Весы также определяют положение коровы для системы доения, момент, когда корова находится в правильном положении (стоит на полу робота полностью, всеми ногами).

Автоматическая кормушка установлена на передней панели бокса, и содержит антенну, которая идентифицирует корову для системы доения.

Машинное отделение установлено в задней части коробки бокса. Машинное отделение содержит большую часть оборудования для доения, очистки и системы управления. Система «Milk 4 Use» (M4Use) установлена на машинном отделении со стороны манипулятора.

Все коммуникации, обеспечивающие связь робота с танком-охладителем и офисом управления, также находятся в машинном отделении.

Рука-манипулятор предназначена для перемещения доильных стаканов в правильное положение и установки их на соски коровы.

Рука-манипулятор имеет три основных части:

- приводная часть;
- рука в сборе;
- держатель доильных стаканов.

Приводная часть соединяет руку манипулятора с корпусом и обеспечивает горизонтальное движение руки. Ролики и горизонтальный пневматический цилиндр соединяют приводную

часть к корпусу. Система независимой подвески также установлена на приводной части.

Рука манипулятора состоит из трех основных частей:

- плеча;
- поворотного механизма;
- нижнего рычага.

Рука манипулятора подключается к приводной части посредством шарнира и трех пневматических цилиндров. Пневматические цилиндры обеспечивают горизонтальное и вертикальное движение руки манипулятора.

Система установки доильных стаканов на сосок (TAS), 4Effect и чистящие щетки для сосков, установлены на нижнем рычаге руки-манипулятора.

Держатель доильных стаканов соединен с концом нижнего рычага и содержит систему обнаружения соска (TDS) с доильными стаканами. TDS обнаруживает соски коровы, и дает сигнал TAS, определяя правильное положение для доильных стаканов.

Панель управления X-Link представляет собой пользовательский интерфейс для доильного робота. Она отображает все команды и информацию, необходимую для эксплуатации и обслуживания робота.

Панель управления X-Link оснащена сенсорным экраном и устанавливается в машинном отделении со стороны подвижной руки манипулятора.

X-Link подключается к сети T4C и сообщается с системой управления, а также CRS+.

При нормальной работе доильного робота панель X-Link регулярно отображает на экране статус робота и все выполняемые операции. Иногда на экране X-Link появляются всплывающие окна, которые информируют о возможных неполадках, или запрашивают ответ оператора, при операциях, когда необходимо принимать определенные решения.

Комната с танком-охладителем для хранения имеет две основные части:

- накопительный бак;
- очистка CRS+ и сигнализатор.

Комната с танком-охладителем может также содержать другие дополнительные компоненты. Они включают в себя двойной фильтр, буферную емкость и оборудование для предварительного охлаждения молока.

CRS+ подключен к сети T4C, а также сообщается с системой управления T4C и X-Link.

Офис управления содержит персональный компьютер (ПК), который контролирует и управляет всей доильной системой.

ПК подключается к доильному роботу и CRS+ в комнате с танком-охладителем молока через сети T4C, что обеспечивает полностью интегрированную систему коммуникации. Он также может быть подключен к Интернету через модем.

Программное обеспечение для менеджмента Time for Cows (T4C), установленное на ПК ведет учет для каждой коровы и отправляет информацию доильному роботу (X-Link) о доении, кормлении и очистке, а также CRS+ в комнату с танком-охладителем.

Компрессор подает под давлением чистый и сухой воздух для системы доения. Он оснащен нагнетателем воздуха, осушителем воздуха и ресивером. Компрессор устанавливается в незамерзающем помещении, где обеспечивается чистый, не запыленный воздух.

Отличительной особенностью доильного бокса нового робота является то, что он просторнее и в нем отсутствуют технические устройства для позиционирования животного, поэтому корова может занимать положение в боксе сама. Точное расположение животного в боксе определяется встроенными в пол датчиками. Пол в боксе оборудован мягким резиновым покрытием.

Концепция функциональных возможностей исполнительных механизмов робота не изменилась – рука-манипулятор обслуживает один доильный бокс и после установки доильных стаканов остается под выменем животного, контролируя процесс доения. Это позволяет быстро устанавливать доильные стаканы на вымя, при этом движений руки-манипулятора меньше – он не беспокоит корову при подготовке к доению. Кроме того, при преждевременном спадании доильных стаканов с вымени такое расположение манипулятора исключает их загрязнение и дает

возможность очень быстро установить стаканы на место. Широта зоны действия манипулятора обеспечивает успешное в равной мере подключение доильных стаканов на высоко- и низкорасположенное вымя, а также на вымя с неправильным расположением сосков. Перемещение руки-манипулятора дополнительно контролируется установленным сверху датчиком (трехмерная камера), что позволяет манипулятору точно и плавно достигать самых отдаленных зон и даже перемещать манипулятор вслед за движением коровы.

Учет физиологических особенностей животных обеспечивается за счет использования нового пульсатора 4Effect, который обеспечивает настройку режима доения для каждой четверти вымени отдельно. Кроме того, доильный робот оснащен инновационной системой контроля качества молока MQC. Эта сенсорная система выполняет проверку цвета, электропроводимости и потока молока, обеспечивая тем самым максимальный контроль его качества. Astronaut A4 оснащается сенсорной системой MQC-C, она позволяет в режиме on-line определять количество соматических клеток в молоке из каждой доли вымени.

Для эффективного менеджмента молочного стада система управления доильным роботом оснащена современной программой T4C, позволяющей отображать все данные о каждой корове на экране компьютера в виде понятной и легко-читаемой графической информации, а также накапливать и сохранять их. Программа оснащена системой предупреждения, она при необходимости оповещает оператора о сбоях в технологическом процессе, кроме того, реализует функцию дистанционного управления работой доильного робота. Это облегчает и работу сервисной службы – некоторые проблемы в работе робота могут быть решены путем дистанционной диагностики. Контроль за работой робота на месте выполняет система управления с сенсорным экраном X-link. Наличие функции регулирования производительности вакуумного насоса в зависимости от уровня текущей потребности в вакууме сокращает расход электроэнергии на 30 %.

Каждая корова имеет ошейник с транспортером, который имеет уникальный идентификационный номер. Система доения распознает его и если корова находится в боксе, робот получает сигнал, что корову можно доить. Например, система проверяет время между двумя сессиями доения. Если это время слишком мало, передние ворота открываются, и корова покидает робот. Когда корова находится в боксе, все ее данные, такие как положение соска, надои, электропроводность и цвет молока, кратность доения сохраняются в компьютере робота, а также направляются в PC и T4C.

Если корова готова к доению, процесс доения происходит автоматически. Манипулятор движется под коровой к вымени и система очистки очищает, а потом и стимулирует соски. После очистки доильные стаканы робота автоматически подключаться к соскам коровы. Доильные стаканы отключаются индивидуально, когда каждая четверть заканчивает доение. После доения соски опрыскивают специальным дезинфицирующим составом, передние ворота открываются и корова выходит из бокса. Кроме того, во время доения щетки для чистки сосков промываются.

Доильный робот автоматически переводится в режим очистки доильной установки. Вся система доения, начиная с доильного бокса и доильных стаканов до танка-охладителя, автоматически очищается, по крайней мере, три раза в день.

Автоматизированный модуль Dairy ProQ – первый в мире автоматизированный модуль, предназначенный для разных типов доильных залов, таких как «Параллель», «Карусель», «Ёлочка», который работает полностью в автономном режиме (рис.27). На EuroNier–2012 он заслужил золотую медаль. Общий вид автоматизированного модуля Dairy ProQ «GEA Farm Technologies».

Рис. 27 Общий вид автоматизированного модуля Dairy ProQ «GEA Farm Technologies».

«GEA Farm Technologies» (Германия), обладающий искусственным интеллектом, самостоятельно работающий модульный доильный аппарат для имеющихся доильных станков позволяет проводить автоматическое или полуавтоматическое доение коров. Он производит все процедуры, связанные с доением, как единый процесс – от мытья сосков вымени, сдаивания первых струек молока, непосредственно самого доения до дезинфекции после доения. Узкая конструкция доильного модуля позволяет устанавливать его в качестве разделителя мест в любой системе уже имеющихся в хозяйстве доильных установок (карусель, тандем, елочка или параллель). Благодаря хорошему доступу к вымени возможно и полуавтоматическое доение. Крупные молочные фермы могут использовать эту технику в качестве первого шага к полностью автоматическому доению, не меняя при этом отрегулированных рабочих процессов и прочих технологий в содержании молочного скота и уходе за ним. Благодаря автоматизации с помощью доильного модуля можно сократить затраты труда, что позволит окупить затраты на техническое оснащение доильных станков. Это индивидуальное

решение для каждого доильного места обеспечивает возможность свободного доступа к вымени животного в любое время непрерывного процесса доения. Высокая производительность, особенно, подходит для крупных молочных ферм и комплексов.

Так же существует полуавтоматический вариант модуля, что может существенно удешевить Dairy ProQ.

Автоматизированная карусель Dairy ProQ рассчитана на стадо от 300 до 5000 коров, но также существуют маленькие автоматизированные карусели на 28 мест.

У Dairy ProQ высокая пропускная способность. Эта карусель способна доить от 500 до 1000 коров в час. В установке используется рука-манипулятор, камера для наведения манипулятора. В данной карусели можно вставлять и вынимать боксы. Это позволит, если возникнет какая-то проблема, использовать запасной бокс, который может храниться на ферме.

Робот работает с 95 % всех коров. Если вымя достаточно нестандартное, то это может увеличить продолжительность операций. При обслуживании заранее подобраного стада получится добиться расчетной эфективности.

Использование Dairy ProQ обеспечит снижение потребности в кадрах и даст возможность сократить фонд заработной платы за счет того, что для работы с ним нужен только дежурный администратор, то есть всего один человек. Наряду с этим, процесс доения станет стабильнее, в сравнении с традиционной каруселью, где используется ручной труд. В результате получается индивидуальный, децентрализованный процесс доения на каждом доильном месте с высокой функциональной надежностью и повышением продуктивности.

До сих пор централизованное получение молока на доильных установках типа «Карусель», с количеством мест для доения от 48 до 92 и их производительностью от 240 до 600 коров в час, было наиболее эффективным решением для больших стад. Это объясняется тем, что для получения молока при трехразовом доении требуется в год чуть больше 9 часов рабочего времени в расчете на 1 корову. На построенных ранее доильных залах типа наружная «Карусель» на 48 мест с автоматизацией дезинфекции

сосков (при помощи робота или непосредственно в доильном стакане) два дояра в силах обслужить 240 коров в час.

Как показывает опыт, многие процессы, уже опробованные на роботах, могут применяться и на «Карусели». Так, коллектор поделен на четыре камеры, а измерение электропроводности позволяет определять заболевания вымени и сычуга, а также выявлять приход коров в охоту.

Компания «DeLaval» предлагает интегрированную автоматизированную доильную установку типа «Карусель» на 24 места. Установка оснащена пятью роботами. В настоящее время несколько таких «Каруселей» проходят стадию тестирования на фермах.

Целью применения данной техники является возможность обеспечить до 1700 доек КРС в день. При трехразовам доении автоматизированная карусель (AMR) может обслужить до 560 дойных коров.

При ежедневной бесперебойной эксплуатации в течение 18–19 часов её производительность может достигать до 90 коров в час. Это соответствует времени обращения карусели с 24 местами в течение 16 минут, что вполне достаточно для выдаивания высокопродуктивных коров. На данной карусели в расчете на одного робота приходится в среднем 4,8 места доения и осуществляется 18 доений в час.

Так же компания «DeLaval» предлагает систему роботизированного доения – AMR (рис.28). DeLaval AMR – первая в мире автоматическая доильная система карусельного типа. Это автоматическое решение достаточно гибкое, чтобы работать в соответствии с разными практиками в хозяйствах – от беспривязного содержания животных в стойле до пастбищного содержания. DeLaval AMR снижает трудозатраты на операции доения и позволяет персоналу фермы переключиться на другие задачи.

Новая система автоматизированного доения AMR (Automatic Milking Rotary) была продемонстрирована на ферме LAPROMA в регионе Восточной Германии – Тюрингии. Внедрение данной системы доения дало возможность увеличить время пребывания коров в стойлах до 13 часов в сутки.

Система AMR отличается от доильных роботов VMS (система добровольного доения) интеграцией в доильный зал типа «Карусель». В связи с этим система способна обслуживать промышленное стадо размером от 300 голов и больше.

На сегодняшний день компания «DeLaval» в мире запустила несколько молочно-товарных ферм с роботизированной каруселью AMR – две тестовых фермы в Швеции на 520 голов и в Австралии на 160 голов дойного стада, а также несколько действующих проектов.

Рис. 28 Общий вид автоматической доильной системы карусельного типа AMR «DeLaval».

С момента своего выпуска в сентябре 2010 года система DeLaval AMR завоевала множество отраслевых наград, включая «Золотую медаль» за инновации на выставке EuroTier–2010 в Германии и «Золотое копыто» на выставке Agribex 2011 в Бельгии. Система AMR вошла также в Top 10 новых продуктов

на выставке World Ag Expo 2012 в Туларе (США), получила «Три звезды» в категории «Датские новости» на выставке Danish Agromek 2012.

Переход на новую систему доения позволил перераспределить трудовые затраты. Так как система роботизированного роторного доения практически полностью исключает человеческий труд (промывка вымени, одевание доильных аппаратов), руководство фермы изменило структуру работы. Значительно больше внимания уделяется кормлению и обеспечению комфорта животных. В среднем персонал тратит на три часа больше времени, чем раньше, на эти категории работ.

11 Роботизированные системы для обработки яиц

Классическим способом обработки является подготовка пищевых яиц к употреблению в свежем виде. На основе стандарта происходит выборка и сортировка пищевых яиц, с учетом чистоты, целости, состояния качества и размера яиц (сюда включается и масса).

Обработка инкубационных яиц производится для поддержания высоких показателей выводимости. Основными операциями при обработке инкубационных яиц являются: сортировка (по форме и по массе), просвечивание на наличие дефектов (насечки, мраморность или пятнистость скорлупы, кровяные включения и т.д.), дезинфекция.

11.1 Сортировка яиц

Для сортировки яиц применяют высокопроизводительное оборудование, основанное на зеркальном просвечивании. Этот метод пригоден для контроля крупных партий яиц. Яйца на непрерывном транспортере поступают на просвечивание по нескольку штук в одном ряду, и происходит автоматический контроль качества яиц.

Роботизированные машины сортировки яйца компании «STAALKAT» являются результатом многолетнего опыта изготовления и эксплуатации на сортировальных предприятиях

по всему миру. Прочная простая конструкция отвечает требованиям сортировочного цеха птицефабрики или упаковочного пункта.

Роботизированные машины сортировки яйца компании «STAALKAT» работают со всеми распространенными в мире видами упаковки. В зависимости от требований рынка, возможна комплектация установками мойки яйца и лотков.

Роботизированные яйцесортировочные машины компании «STAALKAT» (рис.29, 30) аккуратно переносят на лоток каждое яйцо.

Рис. 29 Роботизированная яйцесортировочная машина серии STAALKAT OPTIGRADER 60.

Рис. 30 Роботизированные яйцесортировочные машины фирмы «STAALKAT»: а – серия машин STAALKAT ALPHA; б – серия машин STAALKAT ARDENTA.

Роботизированные яйцесортировочные машины фирмы «STAALKAT» обрабатывают каждое яйцо индивидуально по всей цепочке укладки в коробку, обеспечивая при этом высочайшую производительность труда и малый износ деталей.

Мощный детектор насечек и весы не имеют подвижных деталей, требующих осторожного обращения и сложного обслуживания и представляющих сложность при очистке. Переход с 18-рядной на 4-рядную подачу является самым простым в отрасли и обеспечивается без сложных движений и без требующих осторожного обращения движущихся деталей.

11.2 Загрузка яиц

В большинстве предприятий, осуществляющих сортировку, упаковку и разбивку яйца, производство начинается с загрузки яйца. Для обеспечения эффективной работы установки абсолютно необходимо обеспечить эффективную и стабильную загрузку яйца.

Компания «SANOVO» специализируется на разработке роботизированного загрузочного оборудования для работы в сухих и влажных условиях с обеспечением оптимальной обработки яйца различных видов и количеств, уложенных в

бумажные или пластиковые лотки, или и в бумажные и пластиковые лотки. В наличии имеются загрузчики компании «SANOVO», производительностью до 201000 яиц в час (560 коробок в час).

Все загрузчики имеют модульную конструкцию и их можно монтировать в зависимости от конкретных условий и требования к размещению. Ограничения, вызванные планировкой производственных площадей, больше не представляют проблемы.

Роботизированная система загрузки яйца серии OPTILOADER PLUS компании «SANOVO» (рис. 31) представляет собой абсолютно новое поколение загрузчиков яйца.

Рис. 31 Роботизированная система загрузки яйца серии OPTILOADER PLUS компании «SANOVO».

Роботизированные системы компании «SANOVO» серии OPTILOADER PLUS выполняются на 12 и 18 - рядных платформах, а также при комбинированном варианте (работа в производственной линии / автономная работа) для сортировочного цеха. При комбинированном варианте можно загружать несколько рядов подающего стола с накопителя, а остальные – системой загрузки. Специальный качающийся рычаг обеспечивает синхронизацию скорости подачи яиц пневматическими присосками и движения роликов на роликовом подающем транспортере.

11.3 Упаковка яиц

После сортировки яйца поступают на автоматические и роботизированные линии по их упаковке, где яйца упаковываются в оптовую (промышленную) тару и потребительскую упаковку. Упакованная продукция поступает на реализацию. Упаковка яиц должна отвечать следующим требованиям: защищать продукт от внешних механических воздействий, различных повреждений, загрязнений и отвечать эстетическим требованиям самой современной упаковке; яйца не должны контактировать с любыми пахнущими веществами или претерпевать другие изменения.

Упаковочный материал имеет первостепенное значение для яиц, поскольку его стоимость не должна превышать установленный уровень.

Роботизированные машины компании «STAALKAT» применяются для упаковки столового и инкубационного яйца.

Роботизированные машины STAALKAT FARMPACKER (31) применяются для упаковки столового яйца в промышленную тару и потребительскую упаковку. STAALKAT FARMPACKER имеют прочную конструкцию и аккуратно обращаются с яйцом. Они обеспечивают правильную упаковку яиц острым концов вниз, поддерживают высокое качество продукции и уменьшают затраты на техобслуживание оборудования.

Роботизированные машины STAALKAT FARMPACKER включают: систему подачи упаковки, упаковочный роботизированный стол и систему сбора лотков в штабели.

Функциональная, прочная конструкция занимает минимальную площадь и может устанавливаться как на больших птицеводческих предприятиях по производству пищевого яйца, так и на малых фермерских птицефабриках.

Рис. 32 Роботизированная машина упаковки столового яйца STAALKAT FARMPACKERS.

Робот ITALPROJECT OR P18 (рис. 33) применяется для укладки лотков на паллеты. Робот производит укладку на паллеты со скоростью до 180000 яиц в час (500 коробок в час) пластиковых или бумажных лотков, или тех и других с их раздельной укладкой.

Рис. 33 Робот укладки лотков на паллеты ITALPROJECT OR P18.

Система может работать с пластиковыми или картонными прокладками, а также с пластиковыми или деревянными паллетами наиболее распространенных размеров. С помощью специального вилочного устройства робот подхватывает за один раз до 4 стопок бумажных или пластиковых лотков. К тому же штабели бумажных лотков на заполненных паллетах можно поворачивать на 90°. ITALPROJECT OR P18 может устанавливаться в технологической линии после упаковщика FARMPACKER, а также после сортировщика.

ITALPROJECT OR D18 способен снимать пластиковые лотки с паллет со скоростью до 180000 яиц в час (500 коробок в час) (Система Egg Cargo).

Робот компании «Massman» (рис. 7.7) применяется для упаковки и уклад Система может работать с пластиковыми или

картонными прокладками, а также с пластиковыми или деревянными паллетами наиболее распространенных размеров. С помощью специального вилочного устройства робот подхватывает за один раз до 4 стопок бумажных или пластиковых лотков. К тому же штабели бумажных лотков на заполненных паллетах можно поворачивать на 90°. ITALPROJECT OR P18 может устанавливаться в технологической линии после упаковщика FARMPACKER, а также после сортировщика.

ITALPROJECT OR D18 способен снимать пластиковые лотки с паллет со скоростью до 180000 яиц в час (500 коробок в час) (Система Egg Cargo).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков Н. Перспективы повышения эффективности молочного скотоводства [Текст] / Н. Агарков // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 5. – С. 7.

2. Антошук С. А. Автоматизированные системы доения на современ-ных комплексах [Текст] / С. А. Антошук, А. А. Музыка // Наше сельское хозяй-ство. – 2014. – № 4 (Ветеринария и животноводство). – С. 74–76.

3. Бащенко М. І. Проблеми та перспективи молочної індустрії України [Текст] / М. І. Бащенко, І. С. Бородай // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 7 – С. 5–8.

4. Белов М. И. Манипуляторы роботов в сельском хозяйстве [Текст] / М. И. Белов, Б. В. Пылаев, С. В. Сорокин // Трактора и сельхозмашины. – 2014. – № 3. –С. 3–9.

5. Борзов С. В. Роботизированный комплекс для доения коров [Текст] / С. В. Борзов // Сложные биотехнические системы / Тезисы докладов конф. – Оренбург, ОГАУ. – 1996. – С. 56.

6. Ведищев С. М. Механизация доения коров [Текст] / С. М. Ведищев // Механизация доения коров: учеб. пособ. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 160 с.

7. Веренер Е. А. Опыт эксплуатации доильных роботов в фермерских хозяйствах [Текст] / Е. А. Веренер // Техника и оборудование для села. – 2004. – № 12. – С. 42–43.

8. Верніков Д. І. Оцінка технологічних комплексів машин і обладнан-ня для ферм по виробництва молока [Текст] / Д. І. Верніков, Г. Л. Гуков // Ме-ханізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб. ННЦ ІМЕСГ. – Глеваха, 2001. – С. 164–167.

9. Вигандт Д. Роботизированная ферма: какую систему передвижения коров выбрать? [Текст] / Д. Вигандт // Белорусское сельское хозяйство. – Минск, 2013. – № 9. – С. 78–81.

10. Винников И. К. Автоматизация и роботизация доения коров в параллельно-проходных станках [Текст] / И. К. Винников // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 4. – С. 12–14.

11. Воробйов Г. Розумна ферма [Текст] / Г. Воробйов // “The Ukrainian Farmer”. – 2011. – С. 92–93.

12. Выбор и оценка доильных аппаратов и молоковакуумных систем [Текст]: метод. реком. / Ин-т животноводства УААН. – Харьков, 2002. – С. 13.

13. Ганеев А. Доильная аппаратура – фундамент высококачественного молока [Текст] / А. Ганеев // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 1. –С 17-19

14. Голубенко А. В. Роль компьютерно – інноваційних технологій в АПК [Текст] / А. В. Голубенко, Д. С. Тимчук, А. П. Палій // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2014 – Вип. 144: Технічні системи і технології тваринництва. – С. 106–111.

15. Енергозберігаюча технологія виробництва молока [Текст] / О. Трішин [та ін.] // Пропозиція. Український журнал з питань агробізнесу. – 2005. – № 8–9. – С. 114–117.

16. Жуков А. Роботизированное доение на практике. DeLaval VMS в Беларуси [Текст] / А. Жуков // Белорусское сельское хозяйство. – Минск, 2014. – № 3. – С. 36–39.

17. Иванов Ю. Г. Компьютерная система обслуживания животных на молочной ферме [Текст] / Ю. Г. Иванов, В. Д. Шеповалов // Тезисы научно тех-нич. конф. “Моделирование сельскохозяйственных процессов и машин”. – Минск, 1994. – С. 136–137.

18. Карпова Н. Современная ферма от “ДеЛаваль” – комфорт для коров [Текст] / Н. Карпова, А. Зуевич // Животноводство России. – 2006. – № 6. – С. 49.

19. Кастронов Н. Эффективность и конкурентоспособность молочного скотоводства [Текст] / Н. Кастронов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 7. – С. 2–4.

20. Каюперс А. Доильный робот [Текст] / А. Каюперс // Агро-Голландия. – 1996. – № 1. – С. 9.

21. Китиков В. О. Основные направления роботизации процессов в животноводстве в контексте снижения ресурсоемкости продукции [Текст] / В. О. Китиков, В. Н. Гутман, М. В. Навныко // Материалы междунар. науч. – практич. конф. НПЦ НАН Бел. по мех. сел. хоз.-ва. – Минск, 2012. – в 3 томах, Т. 2. – С. 12–14.

22. Китиков В. О. Научные и технологические подходы в создании передовых технологий в молочном животноводстве на базе роботизированного оборудования [Текст] / В. О. Китиков // Механизация и электрификация сель-ского хозяйства: межведом. тематич. сб. – Минск, 2008. – Вып. 42. – С. 160–165.

23. Клочков А. В. Современные технологии и машины на выставке AGRITECHNIGA – 2009 [Текст] / А. В. Клочков // Земледелие и защита растений: науч. – практич. журнал. – 2010. – № 2. – С. 77–81.

24. Коваленко В. П. Промышленное производство молока и свинины в Дании [Текст] / В. П. Коваленко, И. Г. Лысак // Учеб. пособие. – Краснодар, «Советская Кубань». – 2005. – с. 354

25. Кожевников М. М. Алгоритмы автономного программирования роботизированных комплексов для

технологических процессов сборки и упаковки [Текст] / М. М. Кожевников, А. И. Казакевич // Техника и технология пищевых производств. – Могилев, 2011. – Ч. 2. – С. 123.

26. Концептуальная модель агроробота [Текст] / В. А. Королев [и др.] // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения. – Санкт-Петербург, 2011. – Т. 3: Экологические аспекты производства продукции животноводства; энергообеспечение и информационные технологии в сельском хозяйстве. – С. 152–158.

27. Костюкевич Д. Робот-дояр – технология, требующая нового сознания на новой ферме [Текст] / Д. Костюкевич // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2010. – № 8. – С. 62–70.

28. Ковалевский И. А. Адаптация животных к беспривязному содержанию с использованием АСУ ТП [Текст] / И. А. Ковалевский // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. РУП "БелНИИЖ" – Минск, 2001. – Т. 36. – С. 305–309.

29. Кормановский Л. П. Некоторые разработки для автоматизации и роботизации молочных ферм в России [Текст] / Л. П. Кормановский // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч. –практич. конф. – Минск, 2009. – Т. 3. – С. 88–93.

30. Кормановский Л. П. Опыт эксплуатации доильных роботов [Текст] / Л. П. Кормановский, И. К. Текучев // Механизация и электрификация сел. хоз-ва : теорет. и науч.-практ. журн. – 2013. – № 3. – С. 6–8.

31. Лаурс А. Р. Исследование динамики изменения интервалов между доением коров при применении доильных роботов [Текст] / А. Р. Лаурс, Ю. К. Приекулис // Міжвідом. тематич. наук. зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2010. – Вип. 84. – С. 42–47.

32. Лаурс А. Р. Опыт эксплуатации доильных роботов в Латвии [Текст] / А. Р. Лаурс // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения: материалы 7-й междунар.

науч. – практич. конф. – Санкт-Петербург, 2011. – Т. 3: Экологические аспекты производства продукции животноводства; энергообеспечение и информационные технологии в сельском хозяйстве. – С. 93–97.

33. Легошин Г. П. Современные технологии машинного доения коров [Текст] / Г. П. Легошин, Н. Д. Гуденко. – М. : Агроконсалт, 2001. – 62 с.