

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор академии



А.В.Колмыков

2023 г.

Регистрационный № М-366-23.06/уч.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ТОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства
сельскохозяйственной продукции**

2023 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом углубленного высшего образования по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции (ОСВО 7-06-0812-01-2023), а также учебными планами МД-0812-01-6-23у от 27.04.2023, МЗ-0812-01-6-23у от 27.04.2023.

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю. А. Крупенин, старший преподаватель кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

П. Ю. Крупенин, доцент кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И. В. Дубень, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии учреждения образования «Барановичский государственный университет», кандидат технических наук, доцент;

А. И. Филиппов, доцент кафедры земледелия и механизации технологических процессов учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 24.11.2023 г.);

методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 3 от 27.11.2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 27.12.2023 г.).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Технические системы точного животноводства» составляет основу теоретической подготовки магистрантов, обучающихся по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции, и должна сформировать глубокие знания в области цифровых технологий управления оборудованием и технологическими процессами в животноводстве.

Цель учебной дисциплины – формирование у магистров теоретических знаний, навыков и профессиональных компетенций для эффективного использования интеллектуальных технических систем в управлении технологическими операциями и процессами в животноводстве.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение и анализ работы современных цифровых систем управления технологическими процессами в животноводстве;
- овладение навыками графического моделирования работы цифровых систем управления отдельными операциями и технологическими процессами в животноводстве;
- ознакомление с существующими комплексными программно-аппаратными решениями для управления производственными процессами животноводческих предприятий и инновационными направлениями развития интеллектуальных технических систем в животноводстве.

Учебная дисциплина «Технические системы точного животноводства» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве», «Оптимизация параметров и режимов работы машин и оборудования в животноводстве».

Знания, приобретаемые в ходе изучения учебной дисциплины «Технические системы точного животноводства», будут востребованы при параллельном изучении учебной дисциплины «Прогнозирование остаточного ресурса машин и оборудования в животноводстве».

Подготовка магистра в рамках изучения учебной дисциплины «Технические системы точного животноводства» должна обеспечивать формирование следующей компетенции (СК-7): применять интеллектуальные технические системы для обеспечения наукоемких производств сельскохозяйственной продукции и быстрой смены технологических операций.

Указанная компетенция формируется путем использования в учебном процессе современных информационных технологий, методов проблемного обучения, элементов научно-исследовательской деятельности во время лабораторных и практических занятий.

В результате изучения учебной дисциплины «Технические системы точного животноводства» магистрант должен:

знать:

- закономерности развития интеллектуальных технических систем;
- принципы построения технологических процессов и выполнения технологических операций в точном животноводстве;
- современные технические системы для выполнения технологических операций в соответствии с принципами точного животноводства;

уметь:

- анализировать технологические процессы при производстве продукции животноводства и выявлять приоритетные технологические операции для их последующей цифровизации;
- применять современные информационные технологии для проектирования технических систем в соответствии с принципами точного животноводства;

владеть:

- навыками составления и записи алгоритмов работы технических систем в точном животноводстве.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «Технические системы точного животноводства» предусматривается:

для дневной формы получения образования – всего 120 часов (3 зачетные единицы), в том числе 48 аудиторных часов и 72 часа самостоятельной работы;

для заочной формы получения образования – всего 120 часов (3 зачетные единицы), в том числе 12 аудиторных часов и 108 часов самостоятельной работы магистрантов.

Распределение аудиторного времени

№ п/п	Форма получения образования	Курс	Семестр	Количество аудиторных часов			
				Всего	В том числе		
					лекции	лабораторные	практические
1	Дневная	2	3	48	24	–	24
2	Заочная	2	3	12	6	–	6

Форма промежуточной аттестации – зачет.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Интеллектуальные технические системы и особенности их развития в животноводстве

Содержание учебной дисциплины «Технические системы точного животноводства», задачи и объем изучения, ее место среди других дисциплин.

Предпосылки интеллектуализации производства продукции животноводства. Понятие о цифровых системах управления технологическими процессами в животноводстве. Классификация цифровых систем управления технологическими процессами.

Направления развития интеллектуальных систем в технологиях точного животноводства.

2. Основы проектирования технических систем точного животноводства

Определение и свойства алгоритма. Выбор цели, постановка задач, анализ априорной информации при проектировании цифровых систем управления технологическими процессами в животноводстве.

Структура цифровой системы управления: базы данных, поставщики оперативной информации, алгоритм работы (программа).

Алгоритмизация работы цифровых систем управления технологическими процессами в животноводстве. Способы записи алгоритмов. Базовые алгоритмические структуры. Блок-схема (графическое моделирование) алгоритма программы системы управления.

3. Технические системы идентификации животных и управления производством молока

Системы идентификации животных и контроля их физиологического состояния.

Пассивная радиочастотная идентификация животных (RFID). Стандарты ISO 11784 и ISO 11785 идентификации животных по протоколу RFID. Типы RFID транспондеров для идентификации животных: респондеры для ошейников, ушные бирки с респондерами, болюсы. Стационарные и переносные считывающие устройства для RFID идентификации животных.

Активные идентификационные транспондеры для животных. Каналы обмена информацией между идентификационным транспондером и считывающим устройством.

Цифровые системы контроля за физиологическим состоянием животных. Элементы системы отслеживания физической активности животных: шагомеры, GPS трекеры, датчики руминации. Элементы систем отслеживания физиологических показателей животных: температурные датчики, активные болюсы smaXtec.

Автоматизированные системы управления производством молока. Комплексное программное обеспечение и технические средства для управления производственным процессом на животноводческом предприятии. Составные элементы комплексного программного обеспечения: протоколирование технологических процессов приготовления и раздачи кормов, доения и первичной обработки молока; индивидуальный контроль продуктивности и параметров качества молока; активная коррекция рациона кормления; контроль за воспроизводством стада; персонализированный учет выполняемых ветеринарных процедур, используемых схем лечения и их эффективности.

4. Автоматизированные системы кормления крупного рогатого скота

Автоматизированные системы для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей. Интеллектуальные системы управления для мобильных смесителей-раздатчиков кормов: DTM Cloud, AgriNIR, EvoNIR, система контроля кормления технологических групп, GPS-контроль месторасположения. Интеграция элементов систем кормораздатчиков с системами управления стадом животноводческих комплексов. Алгоритм работы цифровых систем управления загрузкой мобильного кормораздатчика и раздачей кормовой смеси.

Цифровые системы управления автоматизированными линиями приготовления и раздачи кормов Trioliet Triomatic, Lely Vector, GEA MixFeeder, Valmetal и их интеграция с системами управления стадом животноводческих комплексов. Алгоритм работы цифровых систем управления автоматизированными линиями приготовления и раздачи кормовой смеси.

Автоматизированные системы для индивидуальной раздачи концентрированных кормов и их интеграция с системами управления стадом животноводческих комплексов. Алгоритм работы цифровых систем управления индивидуальными дозаторами концентрированных кормов.

Автоматизированное оборудование для подталкивания кормов на кормовом столе. Цифровые системы управления автоматизированными подталкивателями корма на кормовом столе GEA FRone, Lely Juno. Порядок программирования и алгоритм работы.

Автоматизированные системы выпойки телят и пастбищные системы.

5. Роботизированные системы для уборки навоза в помещениях для содержания КРС

Оборудование для уборки навоза со сплошных полов. Цифровые системы управления скреперным оборудованием для уборки навоза в животноводческих помещениях. Технологические и технические особенности работа скреперного оборудования в автоматическом режиме. Параметры рабочего процесса скреперного оборудования контролируемые системой управления. Работа системы управления скреперным оборудованием в нестандартных ситуациях: препятствие на пути движения скрепера, обрыв тягового органа, примерзание скрепе-

ра. Алгоритм работы цифровых систем управления скреперным оборудованием.

Оборудование для уборки навоза в проходах со щелевыми полами. Цифровые системы управления комплексом оборудования для уборки и удаления навоза из животноводческих помещений. Алгоритм взаимной работы систем управления оборудованием для уборки (скреперные установки), удаления (поперечный конвейер) и транспортирования (насос).

6. Роботизированные системы для доения коров

Технико-экономическая оценка роботизированных систем доения коров. Контролируемые в современном доильном оборудовании параметры процесса доения коров (объем молока, молокоотдача) и качества выдаиваемого молока (электропроводность, температура, содержание жира и белка, цвет, количество соматических клеток). Методы и применяемые первичные преобразователи (датчики) для контроля параметров процесса доения и показателей качества молока.

Роботизированные установки для добровольного доения коров. Цифровые системы управления оборудованием доильного поста. Интерфейсы пользователя (оператора машинного доения) блоков управления доением различных производителей. Интеграция систем управления оборудованием доильного поста с программным обеспечением системы управления стадом молочно-товарного комплекса. Корректировка режима работы доильного оборудования в зависимости от физиологических особенностей животного и скорости молокоотдачи. Работа систем управления доильным постом в переходных (одевание и снятие доильных стаканов) и нестандартных (спадание доильного аппарата, отказ датчика) ситуациях. Общий алгоритм работы цифровых систем управления оборудованием доильного поста.

Роботизированные установки для доения коров в доильных залах. Цифровые системы контроля параметров качества выдаиваемого молока. Их интеграция с программным обеспечением системы управления стадом животноводческого предприятия. Алгоритм работы элементов системы контроля параметров качества выдаиваемого молока.

Особенности планировки животноводческих помещений при организации добровольного доения коров. Управление движением животных в коровниках, на преддоильной площадке и после доения. Программное обеспечение для управления механизированными ограждениями скотопрогонов, подгонщиком на преддоильной площадке и селекционным боксом.

7. Технические системы точного свиноводства и птицеводства

Цифровые системы управления для свиноводческих предприятий. Программные средства управления технологическим процессом раздачи корма при фазном кормлении сухим или жидким кормом. Алгоритм работы систем управления раздачей корма.

Автоматизированные кормовые станции для свиноматок. Идентификация и индивидуальное кормление при групповом содержании свиноматок. Программные и технические средства для контроля за процессом воспроизводства стада.

Автоматические станции сортировки поросят на откорме. Инновационные подходы к содержанию откармливаемого молодняка свиней. Оборудование для сортировки и индивидуального кормления свиней на откорме. Технические средства для автоматического взвешивания животных и программное обеспечение для прогнозирования объемов производства свинины. Роботы для очистки станочного оборудования.

Цифровые системы управления для птицеводческих предприятий. Программные средства для управления технологическим процессом раздачи корма. Их алгоритм работы. Автоматизированная система освещения при выращивании и содержании птицы. Роботизированные системы для обработки яиц.

Инновационные технические и технологические решения в птицеводстве. Оборудование для определения пола птицы на ранних этапах инкубации яиц. Технические средства для автоматического взвешивания птицы. Алгоритм работы весов для птицы и прогнозирование времени на завершение цикла выращивания птицы.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Форма получения высшего образования дневная

№ п. п.	Название разделов	Всего аудиторных часов	В том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			лекции	практические			
1	Интеллектуальные технические системы и особенности их развития в животноводстве	4	2	2	10	ЗПР	
2	Основы проектирования технических систем точного животноводства	4	2	2	10	ЗПР	
3	Технические системы идентификации животных и управления производством молока	8	4	4	10	ЗПР	
4	Автоматизированные системы кормления крупного рогатого скота	10	6	4	12	ЗПР	
5	Роботизированные системы для уборки навоза в помещениях для содержания КРС	4	2	2	10	ЗПР	
6	Роботизированные системы для доения коров	12	6	6	10	ЗПР	
7	Технические системы точного свиноводства и птицеводства	6	2	4	10	ЗПР	
В с е г о		48	24	24	72	3	

Примечание: ЗПР – защита практической работы; З – сдача зачета.

Форма получения высшего образования заочная

№ п. п.	Название разделов	Всего аудиторных часов	В том числе		Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			лекции	практические			
1	Интеллектуальные технические системы и особенности их развития в животноводстве	1	1	–	14		
2	Основы проектирования технических систем точного животноводства	1	1	–	14		
3	Технические системы идентификации животных и управления производством молока	2	–	2	16	ЗПР	
4	Автоматизированные системы кормления крупного рогатого скота	4	2	2	16	ЗПР	
5	Роботизированные системы для уборки навоза в помещениях для содержания КРС	–	–	–	16		
6	Роботизированные системы для доения коров	4	2	2	16	ЗПР	
7	Технические системы точного свиноводства и птицеводства	–	–	–	16		
В с е г о		12	6	6	108	3	

Примечание: ЗПР – защита практической работы; З – сдача зачета.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Китун, А. В. Машины и оборудование в животноводстве : учеб. пособие / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 382 с.

2. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства : учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2011. – 280 с.

Дополнительная

1. Интеллектуальные технологии в агропромышленном комплексе / И. Н. Шило [и др.] ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО БГАТУ. – Минск : БГАТУ, 2016. – 335 с.

2. Китун, А. В. Организационно-экономическая оценка машин и машинных технологий в животноводстве и птицеводстве : учеб.-метод. пособие / А. В. Китун, И. П. Бусел, В. И. Передня. – Минск, 2008. – 123 с.

3. Кузьмина, Т. Н. Технологии и оборудование для свиноводства : справочник / Т. Н. Кузьмина, Н. П. Мишуров. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 172 с.

4. Техническое обеспечение животноводства : учебник / под ред. А. И. Завражнова. — СПб.: Изд-во «Лань», 2018. – 516 с.

4.2. Рекомендуемые формы и методы обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, применение творческого подхода, реализуемого на практических занятиях и во время самостоятельной работы магистрантов.

4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных работ в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа при изучении технических систем в аудитории в дополнительное время под контролем преподавателя;
- подготовка рефератов и презентаций по индивидуальным темам;
- самостоятельная работа, в том числе отработка индивидуальных практических заданий с консультацией преподавателя.

4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки текущих учебных достижений магистрантов используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов;
- выступление магистранта на конференции по подготовленному реферату;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий.

Оценка промежуточных приобретенных компетенций проводится в форме зачета.

4.5. Примерный перечень тем практических занятий

1. Классификация интеллектуальных технических систем в животноводстве.
2. Графическое моделирование алгоритмов работы технических систем. Базовые алгоритмические структуры.
3. Системы идентификации животных и контроля их физиологического состояния.
4. Автоматизированные системы для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей.
5. Автоматизированные системы для индивидуальной раздачи концентрированных кормов.
6. Роботизированные системы для уборки навоза в помещениях для содержания КРС.
7. Роботизированные установки для добровольного доения коров.
8. Роботизированные установки для доения коров в доильных залах.
9. Разработка планировки животноводческого помещения при организации добровольного доения коров.
10. Автоматизированное оборудование для кормления свиней.
11. Автоматизированные системы в технологиях производства продукции птицеводства.

4.6. Материально-техническое обеспечение практических занятий

Кормораздатчики для ферм крупного рогатого скота ИСРВ-12, ИСРК-12Г, ПРСК-12; размотчик-раздатчик кормов РРК-1350; резчик рулонов грубых кормов Т12; весовая система в комплекте DG Precision Feeding-Feedelio IC.

Водоподъемная установка ВУ-5-30; погружной электронасос типа ЭЦВ; автопоилки для крупного рогатого скота АП-1А, АГК-4, ПАП-180; фрагменты линий автопоения птицы.

Действующий фрагмент скреперного оборудования для навозоудаления ДОНС-1В.

Водоохлаждающая установка АВ-30; танк-охладитель молока SMZ-40; очиститель-охладитель молока ОМ-1А; пастеризатор молока ПС-100.

Фрагмент клеточной батареи для содержания промышленного стада кур несушек; фрагменты технологического оборудования для раздачи кормов и автопоения при напольном способе содержания птицы.

Действующий фрагмент доильной установки УДА-12Е с вакуумной насосной станцией СН-60, доильными аппаратами АДУ-1, АДС-24 «Сож», АДС-25, модулем управления доением «Майстар».

Действующий фрагмент доильной установки АДМ-8А со счетчиками-дозаторами молока СМГ-1 + УПУМ-1 и автоматом промывки АП-1М.

Действующий фрагмент доильной установки типа «Елочка» фирмы ИТЕС с модулями управления доением MAS de luxe и автоматом промывки.

Прибор проверки доильных установок ППДУ-01.

Действующее технологическое оборудование школы-фермы УО БГСХА.

Плакаты, мультимедийные компьютерные презентации, обучающие видеоматериалы.