

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



УТВЕРЖДАЮ
Ректор академии

_____ В.В.Великанов

_____ 2024 г.

Регистрационный № М-141-24 /уч.

ЭЛЕКТРО- И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
6-05-0812-03 Технический сервис в агропромышленном комплексе**

2024 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 6-05-0812-03 Технический сервис в агропромышленном комплексе (ОСВО 6-05-0812-03-2023), а также учебными планами по специальности БД-0812-03-22-23у от 29.03.2023 г., БЗ-0812-03-22-23у от 29.03.2023 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

С. И. Козлов, 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;

К. Л. Пузевич, 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:

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

И. В. Дубень, доцент кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии учреждения образования «Барановичский государственный 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 № 8 от 29 марта 2024 г.);

методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 22 апреля 2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 29 мая 2024 г.).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современные сельскохозяйственные объекты оснащены электроэнергетическим оборудованием, в которых используется автоматизированный электропривод производственных механизмов, автоматические устройства, аппараты управления и защиты.

Изучение учебной дисциплины «Электро- и энергетическое оборудование» составляет основу теоретической подготовки специалистов инженерного профиля и дает студентам глубокие знания в области управления и эксплуатации электротехнических установок, а также автоматизации сельскохозяйственного производства.

Цель учебной дисциплины – формирование и развитие знаний, умений и профессиональных компетенций по обеспечению эффективной работы машин для производства, транспортирования, хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства в условиях сельскохозяйственного производства.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение механики электропривода, механических и электромеханических характеристик электродвигателей, методик их расчетов;
- изучение способов и средств регулирования скорости электроприводов;
- изучение энергетики электроприводов и энергосберегающих технических решений в электроприводах, методик их расчетов;
- освоение методик расчётов выбора электродвигателей для различных режимов работы;
- изучение схем и систем управления электроприводами;
- изучение вопросов обеспечения надежности электроприводов;
- изучение приводных характеристик машин сельскохозяйственного производства.

При преподавании учебной дисциплины «Электро- и энергетическое оборудование» учитывается специфика подготовки специалистов инженерного профиля перераспределением учебного материала между отдельными разделами, рассмотрением в лекционном курсе примеров практических расчетов по выбору электропривода и аппаратов управления и защиты, характерных неисправностей эксплуатируемого электротехнического оборудования и способов их устранения и т. д.

Освоение учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретаемых ранее студентами при изучении учебной дисциплины «Основы электротехники и электроники» и соответствующих разделов учебного курса «Физика». В свою очередь знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины

«Электро- и энергетическое оборудование», будут востребованы при изучении дисциплин «Подъемно-транспортные машины» и «Средства автоматики и автоматизация технологических процессов».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией (БПК-4): быть способным профессионально организовывать использование сельскохозяйственной техники, электроэнергетического оборудования и электроустановок.

Изложение учебного материала следует вести на основе СИ, а также сообщать студентам о некоторых внесистемных единицах, которые все еще используются в сельскохозяйственной и технической литературе и повседневной практической деятельности.

Лекции целесообразно сопровождать компьютерными демонстрациями, которые поясняют или иллюстрируют основные моменты излагаемой темы курса.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- состояние, уровень и перспективы развития электроэнергетического оборудования и электроустановок;
- устройство и принцип работы, основные характеристики и принципы выбора средств автоматизации для электроэнергетического оборудования;
- устройство и принцип действия автоматических систем регулирования основных технологических процессов сельскохозяйственного производства и управления ими;

уметь:

- обосновывать выбор технических решений и средств по электрификации и автоматизации технологических процессов, обеспечивающих требуемые характеристики и параметры работы электроэнергетического оборудования;
- выполнять расчеты по выбору электродвигателей электрических аппаратов управления и принципы автоматизированной установки для конкретного производственного механизма;
- обосновывать и выбирать необходимые элементы систем автоматизации, организовывать эффективную эксплуатацию автоматизированной техники;

владеть:

- системами автоматического управления технологическими процессами в сельскохозяйственном производстве и контроля за ними.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент 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 «Электро- и энергетическое оборудование» отводится:

для очной формы обучения – всего 90 часов, в том числе 36 аудиторных часов; на самостоятельную работу отведено 54 часа;

для заочной формы обучения – всего 90 часов, в том числе 8 аудиторных часов; на самостоятельную работу отведено 82 часа.

Распределение аудиторного времени

№ п/п	Форма обучения	Курс	Семестр	Примерное количество аудиторных часов		
				всего	В том числе	
					лекции	лабораторные занятия
1	Очная	2	4	36	18	18
2	Заочная	3	4	8	4	4

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – *з а ч е т*.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. Общие сведения об электроприводах

Этапы развития электрических машин. История развития электропривода. Особенности использования электроэнергетического оборудования в условиях сельскохозяйственного производства. Понятия, определения и классификация электроприводов.

2.2. Механические характеристики машин, механизмов и электрических машин

Механические характеристики машин и механизмов, их особенности и классификация. Классификация механических характеристик электродвигателей по степени жесткости. Статическая устойчивость работы электропривода.

Электрические двигатели, используемые в электроприводах. Электродвигатели постоянного тока. Механические характеристики двигателей независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Построение механической характеристики ДПТ с параллельным возбуждением. Регулирование скорости вращения ДПТ. Изменение направления вращения ДПТ. Тормозные режимы ДПТ. Асинхронные двигатели. Построение механической характеристики асинхронного двигателя. Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование скорости асинхронного электродвигателя. Способы торможения асинхронного двигателя. Синхронные двигатели. Механическая и угловая характеристика синхронного двигателя. Способы пуска и торможения синхронного двигателя.

2.3. Механическая загрузка и тепловой режим электродвигателей

Классификация изоляционных материалов. Нагрев и охлаждение электродвигателя. Классификация режимов работы электроприводов. Методы определения мощности электродвигателя при различных режимах работы. Методы определения мощности электродвигателей при различных режимах работы. Выбор электродвигателей по различным параметрам и от воздействия окружающей среды.

2.4. Основы динамики и переходные процессы в электроприводах

Силы и моменты, действующие в системе электропривод – рабочая машина. Эквивалентная механическая система привода. Переходные режимы электроприводов. Общая характеристика переходных процессов электроприводов, их классификация и методы расчета. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя

2.5. Автоматическое управление электроприводами

Принципы автоматического управления. Схемы блокировочных связей. Блокировочные и управляющие цепи в простейших схемах управления электроприводами. Принципы построения схем управления электродвигателями в функциях скорости, тока, времени, пути. Условные обозначения и изображение элементов схем управления электроустановками.

2.6. Аппараты управления и защиты

Общие сведения и классификация аппаратов управления и защиты. Аппараты неавтоматического управления, назначение, устройство и выбор. Аппараты автоматического управления, назначение, устройство и выбор. Аппараты защиты, назначение, устройство и выбор.

2.7. Электрический нагрев в сельскохозяйственном производстве

Сферы применения электрического нагрева при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Способы электрического нагрева. Классификация и характеристики электронагревательных установок. Электронагревательные установки, их выбор и классификация. Основы расчета и выбор электронагревательных установок различного типа.

2.8. Электроэнергетическое оборудование, используемое в сельскохозяйственном производстве

Электрооборудование подъемно-транспортных средств, приводимые характеристики и выбор электроприводов. Электрооборудование ручного инструмента, особенности выбора электродвигателей, источники питания. Электрооборудование насосных и вентиляционных установок. Электрооборудование машин для приготовления и раздачи кормов. Электрооборудование машин для удаления, хранения и утилизации навоза. Электрооборудование доильных установок и агрегатов для первичной обработки молока. Электрооборудование зерносушильных комплексов.

2.9. Эксплуатация электрооборудования, электробезопасность

Мероприятия по рациональному использованию электроэнергии. Действие электрического тока на живой организм. Напряжение прикосновения, шаговое напряжение. Основные защитные мероприятия при эксплуатации электрооборудования.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КАРТЫ

3.1. Форма получения образования очная

№ п. п.	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе		Количество СР	Форма контроля знаний
			Лекции	Лабораторные занятия		
1	Общие сведения об электроприводах	2	2	–	6	
2	Механические характеристики машин, механизмов и электрических машин	4	2	2	6	ЗЛР
3	Механическая нагрузка и тепловой режим электродвигателей	6	2	4	6	ЗЛР
4	Основы динамики и переходные процессы в электроприводах	4	2	2	6	ЗЛР
5	Автоматическое управление электроприводами	4	2	2	6	ЗЛР
6	Аппараты управления и защиты	4	2	2	6	ЗЛР
7	Электрический нагрев в сельскохозяйственном производстве	4	2	2	6	ЗЛР
8	Электроэнергетическое оборудование, используемое в сельскохозяйственном производстве	4	2	2	6	ЗЛР
9	Эксплуатация электрооборудования, электробезопасность	4	2	2	6	ЗЛР
Всего		36	18	18	54	3

Примечание: ЗЛР – защита лабораторной работы; З – сдача зачета.

3.2. Форма получения образования заочная

№ п.п.	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе		Количество СР	Форма контроля знаний
			Лекции	Лабораторные занятия		
1	Общие сведения об электроприводах	0,25	0,25	–	8	
2	Механические характеристики машин, механизмов и электрических машин	0,5	0,5	–	9	
3	Механическая нагрузка и тепловой режим электродвигателей	0,5	0,5	–	9	
4	Основы динамики и переходные процессы в электроприводах	0,5	0,5	–	9	
5	Автоматическое управление электроприводами	2,5	0,5	2	10	ЗЛР
6	Аппараты управления и защиты	2,5	0,5	2	10	ЗЛР
7	Электрический нагрев в сельскохозяйственном производстве	0,5	0,5	–	9	
8	Электроэнергетическое оборудование, используемое в сельскохозяйственном производстве	0,5	0,5	–	10	
9	Эксплуатация электрооборудования, электробезопасность	0,25	0,25	–	8	
Всего		8	4	4	82	3

Примечание: ЗЛР – защита лабораторной работы; 3 – сдача зачета.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

О с н о в н а я

1. Дайнеко, В. А. Электрооборудование сельскохозяйственного производства. Практикум: пособие / В. А. Дайнеко, И. Н. Шаукат, Т. Г. Базулина. – Минск: Беларусь, 2011. – 271 с.

2. Автоматизированный электропривод технологического оборудования пищевой промышленности и АПК: учеб. пособие / М. М. Кожевников [и др.]; под общ. ред. В. А. Шаршунова. – Минск: Мисанта, 2019. – 436 с.

Д о п о л н и т е л ь н а я

1. Ч и л и к и н, М. Г. Общий курс электропривода: учебник / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

2. Г а й ш у н, И. А. Основы теории сельскохозяйственного электропривода: курс лекций для студентов ВУЗов: в 3 ч. / И. А. Гайшун. – Горки, БГСХА, 2010.

3. Электропривод и электрооборудование: учебник / А. П. Коломиец [и др.]. – М.: Колос, 2007. – 328 с.

4. Е р о ш е н к о, Г. П. Эксплуатация электрооборудования: учебник / Г. П. Ерошенко. – М.: Колос, 2008. – 344 с.

5. И л ь и н с к и й, Н. Ф. Общий курс электропривода: учебник / Н. Ф. Ильинский, В. Ф. Казаченко. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 544 с.

6. Фокин, В. В. Практикум по электрооборудованию сельскохозяйственного производства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 161 с.

7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: НЦ ЭНАС, 2007. – 298 с.

8. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий: практикум / В. С. Сергеев, [и др.]. – Минск: Техноперспектива, 2005. – 224 с.

9. К а б д и н, Н. Е. Электропривод: учебник / Н. Е. Кабдин, В. Ф. Сторчевой. – М.: МЭСХ, 2021. – 286 с.

10. Ш а р ш у н о в, В. А. Электробезопасность при эксплуатации технологического оборудования предприятий: справ. пособие / В. А. Шаршунов. – Минск, Мисанта, 2020. – 390 с. (3 экз.).

11. Е п и ф а н о в, А. П. Электропривод в сельском хозяйстве / А. П. Епифанов, А. Г. Гуцинский, Л. М. Малайчук. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

12. Е п и ф а н о в, А. П. Электропривод в сельском хозяйстве / А. П. Епифанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 224 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

4.2. Рекомендуемые формы и методы (технологии) 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, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения лабораторных работ в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач во время проведения занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа в виде подготовки рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием новейших материалов по дисциплине.

4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- защита отчетов по выполненным лабораторным работам;
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- выступление студентов на конференции по подготовленному реферату научно-исследовательской работы;
- сдача зачета по дисциплине.

4.5. Примерный перечень лабораторных работ

1. Подготовка к пуску трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя переменного тока и включение его в работу.
2. Изучение схем управления асинхронным электродвигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором.
3. Изучение способов улучшения коэффициента мощности асинхронного короткозамкнутого электродвигателя.
4. Исследование естественных статических электромеханической и механической характеристик асинхронного двигателя.

5. Изучение схемы тепловой защиты асинхронного электродвигателя.
6. Определение момента инерции и махового момента электропривода методом свободного выбега.
7. Изучение аппаратуры автоматического управления (электромагнитные пускатели и тепловые реле).
8. Исследование работы автоматического выключателя.
9. Испытание привода и различных способов регулирования подачи вентилятора.
10. Испытание электропривода комплекса вентиляционного оборудования «Климат-4М».
11. Исследование работы электродного водонагревателя.
12. Исследование работы элементного водонагревателя.
13. Исследование работы люминесцентной лампы.

4.6. Примерный перечень лабораторного оборудования

1. Лабораторный стенд НТЦ-25.000.00 «Основы электропривода и преобразовательной техники».
2. Лабораторный стенд НТЦ-06.30 «Электропривод с сервоприводом».
3. Лабораторный стенд НТЦ-07.37.Б «Монтаж и наладка электроприводов».
4. Лабораторный стенд НТЦ-06.11 «Асинхронный электродвигатель с МПСУ».
5. Лабораторный стенд НТЦ 06.24.1 «Трёхфазный асинхронный электродвигатель с имитатором неисправностей с МПСУ».
6. Лабораторный стенд НТЦ-23 «Электрические машины».
7. Лабораторный стенд НТЦ-09.000.00 «Электрические аппараты».
8. Лабораторная установка по подготовке к пуску трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя переменного тока и включения его в работу.
9. Лабораторная установка по исследованию процесса нагрева электродвигателя.
10. Лабораторная установка по изучению способов улучшения коэффициента мощности асинхронного короткозамкнутого электродвигателя.
11. Лабораторная установка по изучению аппаратуры автоматического управления (электромагнитные пускатели и тепловые реле).
12. Лабораторная установка по исследованию работы автоматического выключателя.
13. Лабораторная установка по испытанию привода и различных способов регулирования подачи вентилятора.
14. Лабораторная установка по испытанию электропривода комплекса вентиляционного оборудования «Климат-4М».
15. Лабораторная установка по исследованию работы электродного водонагревателя.

16. Лабораторная установка по исследованию работы элементного водонагревателя.

17. Лабораторная установка по исследованию работы люминесцентной лампы.

4.7. Критерии оценки результатов учебной деятельности

Формой контроля знаний студентов по дисциплине «Электропривод и электрооборудование» является зачет.

Для оценки текущих учебных достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

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

Оценка итоговых приобретенных компетенций проводится в форме зачета с использованием следующих критериев:

Зачтено:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Электропривод и электрооборудование»;
- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Не зачтено:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

- пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

- неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок;

- отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины.