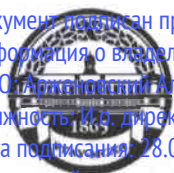


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФИО: Арженковский Алексей Григорьевич
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 28.01.2025 13:24:54
Уникальный программный ключ:
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина



А.Г. Арженовский

“30” августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 «Перспективы развития электропривода»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация
технологических процессов

Курс – 1

Семестр – 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024 г.

Москва, 2024

Разработчик: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Маш
(подпись)

« 29 » августа 2024 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Загинайлов В.И.
(подпись)

« 29 » августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизация и роботизация технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 «29» августа 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Шабаев Е.А.
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дидманидзе О.Н.
(подпись)

Протокол №01 « 29 » августа 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой автоматизации
и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Шабаев Е.А.
(подпись)
« 29 » августа 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Александр Сидоров
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	12
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	18
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ	20
ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	20
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	28
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	31
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий	32
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	33

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Перспективы развития электропривода» для подготовки магистра по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение студентами теоретических и практических знаний по истории и тенденциям развития электрического привода, как электромеханической системы, перспективам создания электродвигателей для частотно-регулируемого, вентильно-индукторного и линейного электропривода, режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке перспективного энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков выбора серийных и проектирования новых систем перспективного энергосберегающего электропривода; применение базовых знаний современных цифровых технологий; развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др. Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2).

Краткое содержание дисциплины:

История развития электрического привода, как электромеханической системы. Состояние и тенденции развития автоматизированного электропривода в XXI веке.

Структурные схемы асинхронного электропривода. Задачи и перспективы создания электродвигателей для частотно-регулируемого электропривода.

Применение асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности.

Вентильно-индукторный электропривод: теоретические и практические проблемы вентильно-индукторных двигателей (ВИД), бездатчиковые схемы ВИД, перспективы применения, достоинства, недостатки.

Линейный электропривод, перспективы применения, достоинства, недостатки.

Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей. Потери мощности. Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Энергетические характеристики механических преобразователей. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода. Энергосбережение в установившихся режимах работы. Энергосбережение в переходных режимах работы.

Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов. Реактивная мощность асинхронных электроприводов в установившихся режимах. Переходные режимы работы асинхронных электроприводов.

Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения. Энергетическая эффективность асинхронных электроприводов. Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок.

Общая трудоемкость дисциплины/ в т.ч. практическая подготовка: 2 зач. единиц (72 часа/ в т.ч. практическая подготовка 4 часа).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Перспективы развития электропривода» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение студентами теоретических и практических знаний по истории и тенденциям развития электрического привода, как электромеханической системы, перспективам создания электродвигателей для частотно-регулируемого, вентильно-индукторного и линейного электропривода, режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке перспективного энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков выбора серийных и проектирования новых систем перспективного энергосберегающего электропривода; применение базовых знаний современных цифровых технологий; развитие технической направленности мышления студентов.

Использование навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Демонстрация умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студента логического мышления с практической реализацией выводов на этапах курсового проектирования и выполнения выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

Задача изучения дисциплины заключается в получении студентами знаний по истории и тенденциям развития электрического привода, перспективам создания энергосберегающих электродвигателей для частотно-регулируемого, вентильно-индукторного и линейного электропривода, о путях и способах экономии электроэнергии средствами электропривода на предприятиях сельскохозяйственного производства.

Задачи дисциплины:

- умение осуществлять поиск и анализ научной информации по проблемам разработки перспективного энергосберегающего электропривода;
- изучение истории и тенденций развития электрического привода;
- изучение современных направлений создания электродвигателей для частотно-регулируемого, вентильно-индукторного и линейного электропривода;
- изучение современных направлений энергосбережения средствами электропривода;
- изучение методов выбора, обоснования и расчета режимов работы, обеспечивающих получение нужного эффекта энергосбережения средствами электропривода с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения;
- изучение энергетических свойств и энергетических характеристик электродвигателей, электромеханических и механических преобразователей при разработке технического задания на проектирование перспективного энергосберегающего электропривода;
- анализ вариантов, разработка и поиск оптимального решения при разработке перспективного энергосберегающего электропривода;
- умение выбирать серийные и проектировать новые системы энергосберегающего электропривода.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов.

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» является важной для изучения следующих дисциплин: автоматизация электротехнологических процессов в АПК (2 курс, 4 семестр).

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций) и для практической профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Перспективы развития электропривода» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины						
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
				знать	уметь	ладеть
1	УК-1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи	методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений с целью разработки перспективного энергосберегающего электропривода; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	критически анализировать варианты, искать оптимальные решения с целью разработки перспективного энергосберегающего электропривода; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	навыками критического анализа вариантов, поиска оптимальных решений с целью разработки перспективного энергосберегающего электропривода; электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru
			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	основы системного подхода при разработке перспективных стратегий достижения энергосбережения в электроприводах; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	использовать основы системного подхода при разработке перспективных стратегий достижения энергосбережения в электроприводах; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	навыками разработки перспективных стратегий достижения энергосбережения в электроприводах, используя современное программное обеспечение: Excel, Word, PowerPoint, AutoCAD, КОМПАС, AutoCad, Mentiimeter, навыками представления информации в различных формах традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители)

2	ПКос-3	Способен разрабатывать стратегию развития и осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	ПКос-3.1 Знает современные направления развития сельскохозяйственной техники и технологий производства сельскохозяйственной продукции	современные направления развития энергосберегающего электропривода при производстве сельскохозяйственной продукции; современные цифровые инструменты (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)	применять современный энергосберегающий электропривод при производстве сельскохозяйственной продукции; применять современные цифровые инструменты (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)	навыками применения современного энергосберегающего электропривода при производстве сельскохозяйственной продукции; современными цифровыми инструментами (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)
			ПКос-3.2 Умеет анализировать преимущества и недостатки направления развития сельскохозяйственной техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	серийные системы современного электропривода, методы его анализа и перспективы развития; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	анализировать серийные системы современного электропривода, его преимущества и недостатки, перспективы развития с целью его адаптации к новым технологическим процессам; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	методами анализа серийных и перспективных систем электропривода, их преимуществ и недостатков, перспектив развития и применения; навыками их выбора; применения электронных систем поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru

9

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа / в т.ч. практическая подготовка 4 часа), их распределение по видам работ в семестре № 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. в семестре № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4	72/4
1. Контактная работа:	36,35/4	36,35/4
Аудиторная работа	36,35/4	36,35/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24/4	24/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	35,65	35,65
<i>Расчетно-графическая работа (РГР)</i>	20	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	6,65	6,65
<i>подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт с оценкой	зачёт с оценкой

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники»	2	1				1
Раздел 2. Структура современного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.	4	1	2			1
Раздел 3 «Энергетические характеристики электропривода»	5/2	2	2			1
Раздел 4 «Энергосбережение при	11,65	2	8/2			1,65

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
использовании нерегулируемого электропривода»						
Раздел 5 «Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода»	14/2	4	8/2			2
Раздел 6 «Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения»	26	2	4			20
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	9					9
Итого по дисциплине	72/4	12	24/4		0,35	35,65

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники

Тема 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники

История развития электрического привода, как электромеханической системы. Состояние и тенденции развития автоматизированного электропривода в XXI веке.

Раздел 2. Структура современного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.

Тема 1. Структурные схемы асинхронного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.

Структурные схемы асинхронного электропривода. Задачи и перспективы создания электродвигателей для частотно-регулируемого электропривода.

Вентильно-индукторный электропривод: теоретические и практические проблемы вентильно-индукторных двигателей (ВИД), бездатчиковые схемы ВИД, перспективы применения, достоинства, недостатки.

Линейный электропривод, перспективы применения, достоинства, недостатки.

Раздел 3. «Энергетические характеристики электропривода»

Тема 1. Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей

Потери мощности. Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Энергетические характеристики механических преобразователей. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

Раздел 4. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода

Тема 1. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода

Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя. Энергосбережение в переходных режимах работы.

Раздел 5. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода

Тема 1. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов

Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь» напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ-АД.

Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов

Выбор установленной мощности и типа двигателя. Мощность потерь в системах ПЧ-АД при типовых законах частотного управления.

Тема 2. Переходные режимы работы асинхронных электроприводов

Общие принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления электроприводом. Плавный пуск в системах ТПН-АД. Плавный пуск в системах ПЧ-АД.

Раздел 6. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения

Тема 1. Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок.

Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводу. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники				1
	Тема 1 «Основные этапы становления электропривода как	Лекция № 1. История развития электрического привода, как электромеханической сис-	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	отрасли науки и техники»	темы. Состояние и тенденции развития автоматизированного электропривода в XXI веке. (мультимедиа-презентация) Power Point	(ПКос-3.1, ПКос-3.2),		
2	Раздел 2. Структура современного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода				3
	Тема 1. Структурные схемы и линии развития асинхронного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.	Лекция № 1. Структурные схемы асинхронного электропривода. Задачи и перспективы создания электродвигателей для частотно-регулируемого электропривода. Вентильно-индукторный электропривод, линейный электропривод, перспективы применения, достоинства, недостатки (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2).		1
		Практическое занятие № 1. Теоретические и практические проблемы вентильно-индукторных двигателей (ВИД), бездатчиковые схемы ВИД, перспективы применения, достоинства, недостатки. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос	2
3.	Раздел 3. Энергетические характеристики электропривода				4
	Тема 1. Энергетические характеристики электропривода	Лекция № 2. Потери мощности. Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Энергетические характеристики механических	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
		преобразователей. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода. (лекция-визуализация)			
		Практическое занятие № 2. Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),)	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
4.	Раздел 4. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода				10/2
	Тема 1. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода	Лекция №3. Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя. Энергосбережение в переходных режимах. Компенсация реактивной мощности. (лекция-визуализация).	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
		Практические занятия № 3-4. Определение оптимального коэффициента нагрузки асинхронного электродвигателя, целесообразность замены его меньшим по мощности. Энергосбережение при ограничении холостых ходов асинхронных электродвигателей. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
5.	Раздел 5. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода	Практическое занятие №5. Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №6. Энергосбережение в переходных режимах работы электропривода. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
					12/2
	Тема 1. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов	Лекция № 4. Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь» напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ АД. Выбор установленной мощности и типа двигателя. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
		Практическое занятие № 7. Расчет показателей качества электрической энергии, оценка их влияния на энергетические характеристики электропривода с асинхронным двигателем и преобразователем частоты. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие № 8. Выбор электродви-	УК-1 (УК-1.1,	Решение типовых за-	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	Тема 2. Переходные режимы работы асинхронных электроприводов	гателя по мощности при частотном регулировании. Mentimeter	УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	дач в условиях ограничения времени	
		Практическое занятие № 9. Оценка эффективности использования энергосберегающих систем управления электроприводом. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Лекция № 5. Общие принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления электроприводом. Плавный пуск в системах ТПН-АД. Плавный пуск в системах ПЧ-АД. Законы управления системой ПЧ-АД, обеспечивающие снижение потерь энергии в переходных режимах. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
6	Раздел 6. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения	Практическое занятие № 10. Пуск АД. Плавный пуск в системах ТПН-АД, ПЧ-АД. Определение продолжительности пуска. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
					6

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	Тема 1. Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	Лекция № 6. Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводу. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками. (лекция-беседа) Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
		Практические занятия № 11-12. Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системах ТПН-АД и ПЧ-АД. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины		
№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники		
1.	Тема 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники	Состояние и тенденции развития автоматизированного электропривода в XXI веке. ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 2. Структура современного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода		
2	Тема 1. Структурные схемы и линии развития асинхронного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.	Линейный электропривод, перспективы применения, достоинства, недостатки. ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 3. Энергетические характеристики электропривода		
3	Тема 1. Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей	Пути снижения потерь электроэнергии в переходных процессах электропривода ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 4. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода		
4.	Тема 1. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода	Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Пути их совершенствования ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 5. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода		
5.	Тема 2 Переходные режимы работы асинхронных электроприводов	Современные устройства, обеспечивающие плавный пуск электропривода. Сравнительный анализ плавного пуска в системах ТПН-АД и ПЧ-АД ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 6. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения		
6.	Тема № 1. Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	Современные системы управления вентиляторными и насосными установками. Перспективы развития частотного электропривода вентиляторных и насосных установок ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Перспективы развития электропривода» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

– цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	История развития электрического привода, как электромеханической системы. Состояние и тенденции развития автоматизированного электропривода в XXI веке.	Информационно-презентационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
2.	Структурные схемы асинхронного электропривода. Задачи и перспективы создания электродвигателей для частотно-регулируемого электропривода.	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
3.	Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
4.	Общие сведения. Системы электроприводов «тисторный преобразователь» напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ АД.	Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Ведущие специалисты ФНАЦ ВИМ Mentimeter.
5.	Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.	Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
6.	Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей.	Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
7.	Оценка эффективности ис-	Технология контекстного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	пользования энергосберегающих систем управления электроприводом.	(решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
8.	Пуск АД. Плавный пуск в системах ТПН-АД, ПЧ-АД. Определение продолжительности пуска	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системах ТПН-АД и ПЧ-АД.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Перспективы развития электропривода» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций; вопросы к устному опросу студентов на практических занятиях; решение типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: зачет с оценкой.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Перспективы развития электропривода» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов и средств энергосбережения в электроприводе сельскохозяйственных машин, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям), конспектам лекций.

Расчетно-графическую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носят расчетный характер и оформляются работы в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерные темы расчетно-графической работы:

1. Выбор энергосберегающего электропривода насоса системы водоснабжения
2. Выбор энергосберегающего электропривода вентиляционной установки

Задание на расчетно-графическую работу:

1. Схема подачи воды центробежным насосом в водонапорную башню и технические данные выбираются в соответствии с индивидуальными данными по варианту.
2. На пути трубопровода поставлены два колена с углами поворота φ_1 и φ_2 , три вентиля и одна задвижка.
3. Регулирование производительности (в зависимости от варианта):
 - механическое (дресселирование);
 - электрическое (изменением параметров статорной или роторной цепи);
 - электрическое (частотное регулирование).

Содержание расчетно-графической работы

1. Расчетная часть
 - 1.1. Выбор насоса для двух вариантов регулирования производительности.
 - 1.2. Обоснование способов электрического регулирования производительности и выбора принципиальной схемы электропривода.
 - 1.3. Выбор электродвигателя и элементов силовой цепи.
 - 1.4. Расчет механических характеристик, соответствующих максимальной и минимальной производительности насоса.
 - 1.5. Определение потребления электроэнергии (активной и реактивной) и КПД в заданном диапазоне для двух вариантов регулирования производительности и их сравнение.
- 1.6. Выводы
2. Графическая часть
 - 2.1. Схема подачи воды.
 - 2.2. Принципиальные электрические схемы силовых частей сравниваемых вариантов систем электропривода.
 - 2.3. Механические характеристики электропривода.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Перспективы развития электропривода» выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания выданного преподавателем.

2) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

По разделу 3. Энергетические характеристики электропривода

Тема 1. Энергетические характеристики электропривода.

С учетом элементов практической подготовки – связанных с будущей профессиональной деятельностью
(Решение задач на ПК в режиме ограничения времени)

Практическое занятие № 2. Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

Задача 1. Определить потери, коэффициент полезного действия (КПД) асинхронного электродвигателя при работе с нагрузкой 50, 75, 100, 125%. Результаты расчета свести в таблицу. Построить зависимость КПД асинхронного двигателя от коэффициента загрузки.

Исходные данные:

Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	$\cos\varphi_n$	η_n	$\alpha = \frac{R_1}{R_2}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

Задача 2. Определить потери, коэффициент полезного действия (КПД) асинхронного электродвигателя при работе с нагрузкой 50, 75, 100, 125%. Результаты расчета свести в таблицу. Построить зависимость КПД асинхронного двигателя от коэффициента загрузки.

Исходные данные:

Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	$\cos\varphi_n$	η_n	$\alpha = \frac{R_1}{R_2}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

Задача 3. Определить полную, активную и реактивную мощность, потребляемую асинхронным двигателем, величину потребляемого тока, коэффициент мощности и коэффициент нагрузки при работе электропривода работе с нагрузкой 50, 75, 100, 125%. Результаты расчета свести в таблицу. Построить зависимость КПД, коэффициента мощности и коэффициента нагрузки асинхронного двигателя от коэффициента загрузки.

Исходные данные:

Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	$\cos\varphi_n$	η_n	$\alpha = \frac{R_1}{R_2'}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

Задача 4. Определить постоянные, переменные и полные потери асинхронного двигателя, а также активную, реактивную и полную мощность, потребляемый ток, коэффициент мощности и коэффициент нагрузки при работе электропривода работе с нагрузкой 50, 75, 100, 125%. Результаты расчета свести в таблицу. Построить зависимость КПД, коэффициента мощности и коэффициента нагрузки асинхронного двигателя от коэффициента загрузки.

Исходные данные:

Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	$\cos\varphi_n$	η_n	$\alpha = \frac{R_1}{R_2'}$
АИР100S4	3,0	5,9	1475	0,82	0,89	1,0

Задача 5. Рассчитать потери энергии в статорной и роторной обмотках асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при его пуске вхолостую от промышленной сети.

Данные двигателя: номинальная мощность $P_n = 11$ кВт; номинальная частота вращения $n_n = 695$ об/мин. Суммарный приведенный момент инерции $J = 3$ кг·м². При расчете принять, что $R_1/R_2' = 1$.

Задача 6. Чему равны потери энергии в цепях статора и ротора асинхронного двигателя при торможении противоторможением без нагрузки от угловой скорости $\omega_{нач} = 100$ с⁻¹ до $\omega_{кон} = 0$, если момент инерции $J = 0,2$ кг·м², а соотношение сопротивлений статора и ротора $R_1/R_2' = 1$?

3) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 3. Энергетические характеристики электропривода

Тема 1. Энергетические характеристики электропривода.

Практическое занятие № 2. Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

Перечень вопросов для устного опроса.

1. Основные показатели качества электроэнергии питающей сети.
2. Основные составляющие мощности потерь в асинхронном двигателе и их расчет.
3. Какие основные энергетические показатели используются для анализа статических режимов электропривода?
4. Коэффициент загрузки двигателя.
5. Коэффициент полезного действия электропривода.
6. Коэффициент мощности электропривода.
7. Коэффициент несинусоидальности питающего напряжения.

8. Коэффициент несимметрии питающего напряжения.

9. Влияет ли пульсирующая составляющая момента статической нагрузки на потери в электроприводе? Каким образом?

3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):

1. Структура современного электропривода.
2. Какие типы регулируемых электроприводов наиболее широко применяются в настоящее время и почему?
3. Краткая история развития электрического привода,
4. Главные тенденции развития автоматизированного электропривода
5. Структурные схемы и линии развития асинхронного электропривода.
6. Почему для частотно-регулируемого электропривода нужны специальные электродвигатели?
7. Устройство и принцип работы вентильно-индукторных двигателей (ВИД).
8. Бездатчиковые схемы ВИД.
9. Достоинства и недостатки ВИД.
10. Почему ВИД принципиально неспособен работать без преобразователя частоты и системы управления?
11. Что такое рассогласованное, промежуточное и согласованное положение сердечников статора и ротора?
12. Назовите алгоритмы коммутации фаз при возбуждении 4-х фазного ВАД.
13. Что называется одиночной симметричной коммутацией фаз ИВД?
14. Что называется парной симметричной коммутацией фаз ИВД?
15. Что называется тактом коммутации фаз ИВД?
16. Что называется циклом коммутации фаз ИВД?
17. Что называется тактовым углом коммутации фаз ИВД?
18. Устройство и принцип работы линейного электропривода.
19. Примеры и перспективы применения линейного электропривода.
20. Достоинства и недостатки линейного электропривода.
21. Баланс мощностей потоков энергии силового канала.
22. Реактивная мощность в электроприводах.
23. Направления энергосбережения средствами электропривода.
24. Основные составляющие мощности потерь в асинхронном двигателе.
25. Какие основные энергетические показатели используются для анализа статических режимов электропривода?
26. Коэффициент загрузки двигателя.
27. Коэффициент полезного действия электропривода.
28. Коэффициент мощности электропривода.
29. Коэффициент несинусоидальности питающего напряжения.
30. Коэффициент несимметрии питающего напряжения.
31. Основные пути повышения энергетической эффективности асинхронных электроприводов.
32. Какие существуют основные направления энергосбережения при использовании нерегулируемого электропривода?

33. Экономия энергии при замене малозагруженных двигателей.
34. Экономия электроэнергии за счет ограничения длительности режима холостого хода двигателей.
35. Экономия электроэнергии за счет повышения загрузки электропривода.
36. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.
37. Применение современных энергосберегающих электродвигателей.
38. Энергосбережение при компенсации реактивной мощности.
39. Применение асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности.
40. Потери электроэнергии в переходных режимах работы электропривода.
41. Потери энергии при пуске электропривода вхолостую.
42. Потери энергии при пуске электропривода при нагрузке.
43. Потери энергии при тормозных режимах работы электропривода.
44. Зависят ли потери энергии в роторе АД при пуске на холостом ходу от вида механической характеристики двигателя и времени пуска?
45. Какие основные способы снижения потерь энергии в асинхронном электроприводе при отработке переходных режимов вы знаете?
46. Какие существуют основные направления энергосбережения при использовании регулируемого электропривода?
47. Энергетические характеристики системы ТПН-АД.
48. Оптимизация потерь и КПД в системах ТПН-АД при изменении параметров установившегося режима.
49. Поясните, почему недопустимо регулирование скорости АД при продолжительном режиме работы при использовании системы ТПН-АД?
50. Какие основные элементы входят в силовую структуру типового частотно-регулируемого асинхронного электропривода?
51. Какие основные законы управления, применяемые в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах, вы знаете?
52. Какой закон управления находит преимущественное применение в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах?
53. Какие основные системы управления ПЧ в асинхронном электроприводе и их особенности вы знаете?
54. Энергетические характеристики системы ПЧ-АД.
55. Какие составляющие потерь энергии в АД и в ПЧ учитываются при расчете мощности потерь в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе?
56. Мощность потерь в системах ПЧ-АД при типовых законах частотного управления.
57. Принципы оптимизации энергопотребления асинхронных электроприводов при плавном пуске в системе ПЧ-АД.
58. Принципы оптимизации энергопотребления асинхронных электроприводов при плавном пуске в системе ТПН-АД.
59. Как реализуется управляемый (плавный) пуск асинхронного двигателя в системах ТПН-АД?
60. От каких факторов зависит уровень снижения потерь энергии в АД при управляемом пуске по сравнению с прямым пуском?

61. Как реализуется плавный пуск АД в системах ПЧ-АД?
62. От каких факторов зависит энергия потерь при плавном пуске асинхронного двигателя в системе ПЧ-АД?
63. Какими способами можно обеспечить тормозной режим в современных системах ПЧ-АД? Какова их энергетическая эффективность?
64. Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводе.
65. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками.
66. Какие факторы обеспечивают экономию годовых затрат при использовании систем ПЧ-АД вместо нерегулируемого электропривода насосных установок?
67. Чем обоснована целесообразность применения частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в системах вентиляции?
68. Дайте сравнительную оценку энергетических показателей статических режимов при использовании систем ТПН-АД и ПЧ-АД.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Перспективы развития электропривода» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (зачет с оценкой).

Таблица 7

Критерии оценивания результатов обучения (зачета с оценкой)	
Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые

VISIO, электронные ресурсы технических библиотек.

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
2. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
3. Сайт «Школа электрика» <http://electricalschool.info> (открытый доступ).
4. Сайт «Заметки электрика» <http://www.zametkielectrica.ru> (открытый доступ).
5. Сайт «Журнал электрика» . <http://www.nait.ru/journals> (открытый доступ).
6. Сайт журнала «Электрик» <http://www.ra-electric.ru> (открытый доступ).
7. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
8. <http://www.cnsb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНХБ) (открытый доступ).
9. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова www.library.timacad.ru/ (открытый доступ).
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
11. <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
12. <https://portal.timacad.ru>
13. <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>
14. <https://www.mentimeter.com/>

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Учебные материалы по Топливо-энергетическому комплексу <http://www.twirpx.com/files/tek/> (открытый доступ).
2. Сайт «Все для студента» <http://www.questdb.mylivepage.ru> (открытый доступ).
3. Сайт «Яндекс» <http://slovari.yandex.ru> (открытый доступ).
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Основные этапы становления электропривода как отрасли науки и техники	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014

			времени		
2.	Раздел 2. Структура современного электропривода. Перспективные направления развития современного электропривода.	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
3.	Раздел 3. Энергетические характеристики электроприводов	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
4.	Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
5.	Раздел 5. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
6.	Раздел 6. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбе-	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
		Power Point Mentimeter	Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа	Microsoft	2016 2014

режения		(приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
---------	--	--	--	--

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 26 шт., проектор Acer H6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 204	1. Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. инв. № 410138000002632. 2. Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1 шт., инв. № 410138000002638.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Перспективы развития электропривода» студент получает теоретические и практические знания по режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; умения и навыки выбора серийных и проектирования новых систем перспективного энергосберегающего электропривода.

Полученные знания необходимы студенту для успешной работы по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведением текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа):

практические занятия (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Перспективы развития электропривода» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты элементов светотехнических установок с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами освещения и облучения. Организовать электронное хранение информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

3. *Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Расчетно-графическую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Регулярно посещать тематические выставки.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его и сдать.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекции, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации.

На *лекциях* излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, основные понятия и тенденции развития энергосбережения, рассматриваются структура современного электропривода, направления энергосбережения средствами электропривода, энергетические свойства электроприводов, энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей, расчет мощности и тепловые режимы работы электропривода, вопросы энергосбережения при использовании нерегулируемого и регулируемого электропривода, выбора режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

На *практических занятиях* рассматриваются вопросы расчёта потерь мощности, коэффициента полезного действия и коэффициента мощности электропривода; расчета и выбора мощности электродвигателей нерегулируемого и регулируемого электроприводов. На практических занятиях рассматриваются конкретные мероприятия по энергосбережению: повышение загрузки электропривода, ограничение длительности режима холостого хода, снижение напряжения на зажимах электродвигателя, компенсация реактивной мощности; энергосбережение в системах электроприводов «тиристорный преобразователь» напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД), «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (ППЧ-АД) и определение их энергетических характеристик в установившихся и переходных режимах. Особое внимание уделяется выбору режимов работы на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения вентиляторных, насосных и подъемно-транспортных установок.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Например, при проведении практических занятий первый час занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам, на практическом занятии могут быть проведены собеседования и консультации.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и

поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации технологических процессов.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Программу разработал:

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Перспективы развития электропривода» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр)

Загинайловым Владимиром Ильичем, профессором кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Перспективы развития электропривода» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Кабдин Николай Егорович, доцент, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Перспективы развития электропривода» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) Блока 1 «Дисциплины (модули)».

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия..

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Перспективы развития электропривода» закреплены **2 компетенции (4 индикатора достижения компетенции)**. Дисциплина «Перспективы развития электропривода» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Перспективы развития электропривода» составляет 2 зачётные единицы (72 часа/в том числе практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Перспективы развития электропривода» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Перспективы развития электропривода» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, выполнение расчет-

но-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Перспективы развития электропривода» представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 7 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 14 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия.

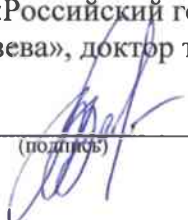
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Перспективы развития электропривода» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Перспективы развития электропривода».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Перспективы развития электропривода» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр), разработанная Кабдиным Н.Е., доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов В.И., профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук


(подпись)

« 29 » августа 2024 г.