

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 02.11.2023 10:36:55
Уникальный программный ключ:
966df42f20792acade08f7f8f984d66d010981da

УТВЕРЖДАЮ:

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

А.С. Апатенко

« 04 » сентября 2023 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

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

для подготовки магистров

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022

Курс 1

Семестр 2

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчик: Просвирякова М.В., д.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Просвирякова
(подпись)

« 28 » июля 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 15 от «28» июля 2023 г.

Заведующий кафедрой: Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сторчевой
(подпись)

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой
автоматизации и роботизации
технологических процессов

имени академика И.Ф. Бородина Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сторчевой
(подпись)

« 28 » июля 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«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


И.Ю. Игнаткин

«31» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии

Курс – 1

Семестр – 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик: Просвирякова М.В., д.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«29» августа 2022 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«29» августа 2022 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 от «29» августа 2022 г.

Зав. кафедрой Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«29» августа 2022 г.

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)


(подпись)

Протокол № 01 «30» августа 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
автоматизации и роботизации
технологических процессов имени
академика И.Ф. Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«29» августа 2022 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	11
4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	21
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
7.1 Основная литература	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.3 Нормативные правовые акты	24
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	25
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	25
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	29
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	29
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Перспективы развития электропривода» для подготовки магистра по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электрооборудование и электротехнологии

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для решения задач возникающих при развитии электропривода, оптимального конструкционного исполнения электроприводов производственных машин и механизмов различного назначения, а также ознакомление студентов с техническими решениями по электрооборудованию, входящему в состав электроприводов, обеспечивающими высокую производительность и эффективность технологического процесса производства; применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при решении задач энергоснабжения в электроприводе.

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 Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электрооборудование и электротехнологии.

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

Краткое содержание дисциплины: Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе. Вычисление мощности и оптимизация электродвигателей и преобразователей. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Электромагнитная совместимость электроприводов. Энергосбережение путем электропривода.

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов/ 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 теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для решения задач возникающих при развитии электропривода, оптимального конструкционного исполнения электроприводов производственных машин и

механизмов различного назначения, а также ознакомление студентов с техническими решениями по электрооборудованию, входящему в состав электроприводов, обеспечивающими высокую производительность и эффективность технологического процесса производства; применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при решении задач энергоснабжения в электроприводе.

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).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Перспективы развития электропривода» являются курсы: основы эффективного управления технологическими процессами в АПК (1 курс, 1 семестр), технические средства управления (1 курс, 1 семестр).

Дисциплина «Перспективы развития электропривода» является основополагающей для изучения следующей дисциплины: автоматизация электротехнологических процессов в АПК (2 курс, 3 семестр).

Освоение дисциплины «Перспективы развития электропривода» необходимо для прохождения: технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

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	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	проблемные ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	анализировать проблемные ситуации как системы, выявляя их составляющие и связи между ними; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	методами решения проблемных ситуаций как систем, выявляя их составляющие и связи между ними; 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 стратегии достижения энергосбережения в электроприводах; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	использовать основы системного подхода при разработке стратегии достижения энергосбережения в электроприводах; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	навыками разработки стратегии достижения энергосбережения в электроприводах; используя современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Mentimeter; 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	анализировать преимуще-	методы анализа совре-	методами анализа современных

			<p>Умеет анализировать преимущества и недостатки направления развития сельскохозяйственной техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия</p>	<p>ства и недостатки современного энергосберегающего электропривода с целью его адаптации к новым технологическим процессам</p>	<p>менных энергосберегающих электроприводов</p>	<p>энергосберегающих электроприводов</p>
--	--	--	---	---	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов/ 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. семестре всего/*
		№ 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/4	108/4
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
Самостоятельная работа (СРС)	71,65	71,65
<i>реферат (подготовка)</i>	10	10
<i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	52,65	52,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой</i>	9	9
Вид контроля:	зачёт с оценкой	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего/*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Раздел 1 «Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий»	15,65	1	4		10,65
Раздел 2 «Установившиеся режимы асинхронных электроприводов»	13	1	4		8
Раздел 3 «Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе»	14/2	2	4/2		8
Раздел 4 «Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преобразователей»	12	2	4		6

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего/ *	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Раздел 5 «Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов»	10	2	2		6
Раздел 6 «Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов»	14	2	2		10
Раздел 7 «Электромагнитная совместимость электроприводов»	9	1	2		6
Раздел 8 «Энергосбережение путем электропривода»	11/2	1	2/2		8
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35	
Зачет с оценкой	9				9
Всего за 2 семестр	108/4	12	24	0,35	71,65
Итого по дисциплине	108/4	12	24	0,35	71,65

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий

Тема 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий

Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Переменные потери для двигателя постоянного тока (ДПТ). Потери энергии при пуске ДПТ в холостую. Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Потери энергии при динамическом торможении ДПТ и торможении противовключением. При реверсе.

Раздел 2. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов

Тема 1. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов

Оптимизация режимов системы ПЧ-АД. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Постоянные и переменные потери для асинхронных двигателей (АД). Выбор установленной мощности и типа двигателя. Оптимизация потерь и КПД в системах ТПН-АД при изменении параметров установившегося режима. Мощность потерь в системах ПЧ-АД при типовых законах частотного управления.

Раздел 3. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе

Тема 1. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе

Законы управления системой ПЧ-АД, обеспечивающие снижение потерь энергии в переходных режимах. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Оптимизация

ция режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электропривода. 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 4. Вычисление мощности и оптимизация электродвигателей и преобразователей

Тема 1. Вычисление мощности и оптимизация электродвигателей и преобразователей

Расчет мощности электродвигателей. Расчет потерь в регулируемом электроприводе в динамических режимах работы. Выбор электродвигателей. Выбор преобразователей. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.

Раздел 5. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов

Тема 1. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов

Энергетические характеристики системы ПЧ-АД. Техничко-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Рассчитать энергетическую эффективность двух электротехнических комплексов с электроприводами. Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД).

Раздел 6. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов

Тема 1. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов

Оптимизация режимов системы ПЧ-АД. Техничко-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Расчет энергетических параметров электроприводов с асинхронными двигателями. Выбор установленной мощности и типа двигателя. Оптимизация потерь и КПД в системах ТПН-АД при изменении параметров установившегося режима. Мощность потерь в системах ПЧ-АД при типовых законах частотного управления.

Раздел 7. Электромагнитная совместимость электроприводов

Тема 1. Электромагнитная совместимость электроприводов

Расчет энерго- и ресурсосбережения при внедрении регулируемых электроприводов в насосных установках по методике. Разработка предложений по модернизации электроприводов. Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода. Мероприятия с целью по обеспечения эффектив-

ной работы электропривода на основе НИР и ОКР. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении и модернизации регулируемых электроприводов.

Раздел 8. Энергосбережение путем электропривода

Тема 1. Энергосбережение путем электропривода

Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя. Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении 5 регулируемых электроприводов. Выбор и проверка асинхронного двигателя для электропривода установок.

4.3 Лекции, лабораторные работы, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, лабораторных работ, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий				5
	Тема 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий	Лекция № 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
		Практические занятия № 1, № 2. Переменные потери для двигателя постоянного тока (ДПТ). Потери энергии при пуске ДПТ в холостую. Потери энергии при динамическом торможении ДПТ и торможении противовключением. При реверсе. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегули-	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
		руемых электроприводах. Mentimeter			
2.	Раздел 2. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов				5
	Тема 1. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов	Лекция № 1. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов. (мультимедиа лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
		Практические занятия № 3, № 4. Постоянные и переменные потери для асинхронных двигателей (АД). Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
3.	Раздел 3. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе				6/2
	Тема 1. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе	Лекция № 2. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		2
		Практические занятия № 5, № 6. Оптимизация режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электропривода. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4/2
4	Раздел 4. Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преобразователей				6
	Тема 1. Вычисление мощности и	Лекция № 3. Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преоб-	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4),		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
	оптация электродвигателей и преобразователей	зователей (с мультимедиа элементами)	ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		
		Практические занятия № 7, № 8. Расчет потерь в регулируемом электроприводе в динамических режимах работы. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
5	Раздел 5. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов				4
	Тема 1. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов	Лекция № 4. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		2
		Практическое занятие № 9. Расчет энергетической эффективности двух электротехнических комплексов с электроприводами. Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. 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
6	Раздел 6. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов				4
	Тема 1. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов	Лекция № 5. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		2
		Практическое занятие № 10. Расчет энергетических параметров электроприводов с асинхронными двигателями. Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
		электроприводов. Mentimeter			
7	Раздел 7. Электромагнитная совместимость электроприводов				3
	Тема 1. Электромагнитная совместимость электроприводов	Лекция № 6. Электромагнитная совместимость электроприводов (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
		Практическое занятие № 11. Расчет энерго- и ресурсосбережения при внедрении регулируемых электроприводов в насосных установках по методике. Разработка предложений по модернизации электроприводов. Мероприятия с целью по обеспечения эффективной работы электропривода на основе НИР и ОКР. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении и модернизации регулируемых электроприводов. 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
8	Раздел 8. Энергосбережение путем электропривода				3/2
	Тема 1. Энергосбережение путем электропривода	Лекция № 6. Энергосбережение путем электропривода (мультимедиа лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
		Практическое занятие № 12. Выбор и проверка асинхронного двигателя для электропривода установок. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении 5 регулируемых электроприводов. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени Тестовые задания	2/2

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. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий		
1.	Тема 1. Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий	Необходимое осуществление системы правовых, административных и экономических мер, стимулирующих эффективное использование энергии(УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 2. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов		
2.	Тема 1. Установившиеся режимы асинхронных электроприводов	Организация энергопотребления на объектах (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 3. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе		
3.	Тема 1. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе	Оценка энергоэффективности электроприводов (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 4. Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преобразователей		
4.	Тема 1. Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преобразователей	Оптимизация электроприводов по потреблению электроэнергии (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 5. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов		
5.	Тема 1. Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов	Энергосберегающий асинхронный двигатель на примере регулируемого электропривода насосов (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 6. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов		
6.	Тема 1. Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов	Оптимизация потерь в системах ППЧ-АД. (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 7. Электромагнитная совместимость электроприводов		
7.	Тема 1. Электромагнитная совместимость электроприводов	Обеспечение электромагнитной совместимости при эксплуатации электропривода (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
Раздел 8. Энергосбережение путем электропривода		
8.	Тема 1. Энергосбережение путем электропривода	Экономические и технические аспекты проектирования электроприводов промышленных установок в энергосберегающих режимах (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, MicrosoftWord, MicrosoftExcel, MicrosoftPowerPoint, Mentimeter, Zoom, Moodle).

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	Л	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий (с мультимедиа элементами)	Л	Технология проблемного обучения (мультимедиа лекция) MicrosoftPowerPoint
2.	Установившиеся режимы асинхронных электроприводов. (мультимедиа лекция)	Л	Технология проблемного обучения (мультимедиа лекция) MicrosoftPowerPoint
3.	Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов (с мультимедиа элементами)	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа лекция) MicrosoftPowerPoint
4.	Постоянные и переменные потери для асинхронных двигателей (АД). Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Принципы энерго- и ресурсосбережения.	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени) Mentimeter
5.	Расчет потерь в регулируемом электроприводе в динамических режимах рабо-	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ты. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.		Mentimeter
6.	Расчет энергетических параметров электроприводов с асинхронными двигателями. Техно-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов.	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени) Mentimeter

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:

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, выполнение тестовых заданий; решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; выполнение реферата.

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 реферата.

Задачей реферата является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов энергосбережения в электроприводе, 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 реферата студенту следует изучить теоретический материал по литературе и с целью оценки степени усвоения ответить на контрольные вопросы.

Реферат выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов.

Оформляется реферат в текстовом редакторе MicrosoftWord и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерные темы реферата:

1. Экономические и технические аспекты проектирования электроприводов промышленных установок в энергосберегающих режимах.
 2. Оптимизация электроприводов по потреблению электроэнергии.
 3. Регулируемый электропривод, как средство энергосбережения.
 4. Возможные пути энергосбережения, основные понятия и определения.
 5. Энергосберегающий асинхронный двигателя на примере регулируемого электропривода насосов.
 6. Использование синхронной машины как компенсатора реактивной мощности.
 7. Экономия электроэнергии технологическими установками и механизмами.
 8. Организация энергопотребления на объектах.
 9. Регулируемый электропривод с двигателем постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения.
 10. Конвейерные установки.
 11. Энергетические характеристики механических преобразователей в статических режимах.
 12. Энергосбережение в технологических процессах средствами электропривода.
 13. Особенности работы центробежных насосов и требования к их электроприводу по энергосбережению.
 14. Статические преобразователи на полупроводящих электронных приборах (тиристорах).
 15. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода и способы их снижения.
 16. Алгоритмы функционирования электрооборудования в режиме энергосбережения.
 17. Оценка энергоэффективности электроприводов.
 18. Энергоаудит, возможности энергосбережения.
 19. Структура энергетического канала электропривода.
 20. Повышение загрузки электропривода.
 21. Основные аспекты энергосбережения на примере электроприводов механизмов собственных нужд тепловых электростанций.
 22. Направления энергосбережения средствами промышленного электропривода.
 23. Повторно-кратковременный режим работы.
- Варианты рефератов определяются лектором дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе».
- Задание к реферату выдается каждому студенту индивидуально.

2) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся

По разделу 8 «Энергосбережение путем электропривода»

Теме 1. Энергосбережение путем электропривода

Практическое занятие № 12. Выбор и проверка асинхронного двигателя для электропривода установок. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении 5 регулируемых электроприводов.

Тест

1. Энергосбережение при нерегулируемом электроприводе осуществляется следующими способами :
 - а. применением энергосберегающих двигателей
 - б. применение тиристорных преобразователей
 - в. ограничением времени холостого хода двигателя
 - г. применением частотных преобразователей
 - д. заменой малозагруженных двигателей
 - е. компенсацией реактивной мощности

2. Ограничение времени холостого хода двигателя позволяет
 - а. уменьшить потери энергии при пуске двигателя
 - б. уменьшить потребляемую двигателем реактивную мощность
 - в. уменьшить магнитный поток двигателя

3. В каком случае использования тиристорного регулятора напряжения для регулирования скорости асинхронного электродвигателя является нецелесообразным?
 - а. для плавного пуска
 - б. для асинхронных двигателей, работающих в продолжительном режиме
 - в. для энергосбережения в асинхронных электроприводах при малых нагрузках

4. Вентильно-индукторный электропривод превосходит частотно-регулируемый асинхронный электропривод по следующим показателям :
 - а. разнообразие структурных возможностей
 - б. диапазон плавного регулирования скорости
 - в. простота и надежность схемы управления
 - г. надежность
 - д. простота и технологичность конструкции
 - е. стоимость

5. Современные преобразователи частоты обеспечивают:
 - а. плавный пуск асинхронного двигателя
 - б. амплитудно-импульсную модуляцию
 - в. высокий и стабильный коэффициент мощности
 - г. плавное и экономичное регулирование скорости асинхронного двигателя в широких пределах
 - в. широтно-импульсную модуляцию
 - г. торможение с рекуперацией энергии в сеть
 - д. высокую надежность двигателя
 - е. возможность векторного управления двигателем
 - ж. снижение шума двигателя

6. Управляющему устройству электропривода не свойственна следующая функция...

- а. включение и выключение электропривода
- б. реверсирование электропривода
- в. регулирование скорости электропривода
- *г. передача механической энергии рабочей машине

7. Передаточное устройство предназначено для...

- *а. передачи механической энергии от электродвигательного устройства к исполнительным органам рабочей машины
- б. передачи сигналов обратной связи
- в. передачи электрической энергии в электродвигателю
- г. передачи электрической энергии к управляющему устройству

8. Управляющему устройству электропривода не свойственна следующая функция...

- а. включение и выключение электропривода
- б. реверсирование электропривода
- в. регулирование скорости электропривода
- *г. передача механической энергии рабочей машине

9. Передаточное устройство предназначено для...

- *а. передачи механической энергии от электродвигательного устройства к исполнительным органам рабочей машины
- б. передачи сигналов обратной связи
- в. передачи электрической энергии в электродвигателю
- г. передачи электрической энергии к управляющему устройству

10. Асинхронные двигатели в рабочей части механической характеристики об-
ладают...

- а. абсолютно жёсткой механической характеристикой
- *б. жесткой механической характеристикой
- в. мягкой механической характеристикой
- г. абсолютно мягкой механической характеристикой

3) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (реше-
ние задач на ПК в режиме ограничения времени):

По разделу 3«Совершенствование САУ электропривода. Переходные процес-
сы в электроприводе»

Теме 1. Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в
электроприводе

Практическое занятие № 5, № 6. Оптимизация режимов работы, снижение по-
терь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемом электро-
приводе (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электро-

привода. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов.

С учетом элементов практической подготовки - связанных с будущей профессиональной деятельностью

(Решение задач на ПК в режиме ограничения времени)

Задача 1. Рассчитать механические характеристики частотно-регулируемого электропривода асинхронного двигателя 4А100L2У3, при законе $U/f = \text{const}$ ($f_1 = 50$ Гц).

Задача 2. Рассчитать механические характеристики частотно-регулируемого электропривода асинхронного двигателя 4А355М2У3, при законе $U/f = \text{const}$ ($f_1 = 50$ Гц).

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

1. Использование синхронной машины как компенсатора реактивной мощности.
2. Основные понятия и тенденции развития энергосбережения.
3. Электромашинные преобразователи.
4. Проверка двигателей по нагреву прямым методом.
5. Вентиляторные установки.
6. Понятие электрической энергии.
7. Энергетические характеристики механических преобразователей в статических режимах.
8. Метод эквивалентных величин.
9. Статические преобразователи на полупроводниковых электронных приборах (тиристорах).
10. Многоуровневая структура современного электропривода.
11. Коэффициент мощности электропривода.
12. Состояние и перспективы развития силовых полупроводниковых элементов регулируемого электропривода
13. Регулируемый электропривод с двигателем постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения.
14. Выбор способа регулирования скорости при постоянной нагрузке.
15. Направления энергосбережения средствами промышленного электропривода.
16. Расчет мощности и выбор электродвигателей.
17. Водоотливные установки.
18. Выбор электродвигателя.
19. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.
20. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода и способы их снижения.
21. Структура энергетического канала электропривода.
22. Метод средних потерь.
23. Конвейерные установки.

24. Баланс мощностей потоков энергии силового канала.
25. Продолжительный режим работы.
26. Регулирование производительности вентиляторных установок и требования к электроприводу.
27. Коэффициент полезного действия.
28. Кратковременный режим работы.
29. Обобщенный критерий энергетической эффективности силового канала
30. Особенности проверки двигателей по нагреву при различных тепловых режимах работы.
31. Управление производительностью насосных установок.
32. Статические преобразователи на управляемых электронных приборах.
33. Проверка двигателей по нагреву косвенными методами.
34. Потери мощности.
35. Подъемные установки.
36. Регулирование скорости грузоподъемных машин.
37. Коэффициент полезного действия электропривода.
38. Компрессорные установки.
39. Повышение загрузки электропривода. Исключение режима холостого хода.
40. Регулируемый электропривод с асинхронным двигателем.
41. Повторно-кратковременный режим работы.
42. Выбор способа регулирования скорости при постоянной статической мощности.
43. Дополнительные режимы работы.
44. Регулирование скорости конвейерных установок.
45. Экономия электроэнергии технологическими установками и механизмами.

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 выставления «зачета с оценкой» по системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

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, закреплённые 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, закреплённые 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 практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Гордеев, А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2022– 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168621>
2. Епифанов, А. П. Электропривод в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]: учебное пособие /А.П. Епифанов, А.Г. Гущинский, Л.М. Малайчук. –3-е изд., стер.–Санкт-Петербург: Лань, 2020 – 224 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130484>

7.2 Дополнительная литература

1. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод [Текст]: уч. пособие для вузов. / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. – М.:Академия, 2004. – 249 с.
2. Герасенков, А.А. Микропроцессорные устройства SIMATICS-7 для управления электроприводами сельскохозяйственных машин. [Текст]: уч. пособие для вузов. / А.А. Герасенков, Е.В. Гуляев, Н.Е. Кабдин. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. – 120 с.
3. Герасенков, А.А. Электропривод: Современные устройства защиты и управления. Часть 1. [Текст]: уч. пособие для вузов. / А.А. Герасенков. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 260 с.
4. Герасенков, А.А. Электропривод. Низковольтные преобразователи частоты. [Текст]: уч. пособие для вузов. / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.Н. Зайцев, В. Хофманн. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 104 с.
5. Епифанов, А.П. Электропривод в сельском хозяйстве. [Текст]: учебное пособие. / А.П.Епифанов, А.Г.Гущинский, Л.М.Малайчук. –СПб.: Издательство «Лань», 2010.– 224с.: ил.– (Учебники для вузов. Специальная литература).

6. Епифанов, А.П. Электропривод [электронный ресурс]: учебник / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский.– СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 400с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168425>

7. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 176 с. —

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168537>

8.Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов. / Г.Б. Онищенко – М.: Академия, 2006. – 288 с.

9. Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов. / Г.Б. Онищенко – М.: РАСХН, 2003. – 320 с.

7.2 Нормативные правовые акты

1. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. - 6-е изд. и 7-е изд. - Новосибирск:Норматика, 2019. – 462 с.

2. ГОСТ Р МЭК 60204.1–99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч. 1. Общие требования.

3. ГОСТ 14254–96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

4. ГОСТ 26772–85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направления вращения.

5. ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

6. ГОСТ 2.759–82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

7. ГОСТ 34610-2019. Арматура трубопроводная. Электроприводы. Общие технические условия.

8. ГОСТ 2.601— 2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

9. ГОСТ 2.610— 2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

10. ГОСТ 9.014— 78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования.

11. ГОСТ 9.032— 74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.

12. ГОСТ 9.301— 86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования.

13. ГОСТ 9.302— 88 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.

14. ГОСТ 9.303— 84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору.

15. ГОСТ 12.1.019— 2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

16. ГОСТ 12.2.007.0— 75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

17. ГОСТ 12.3.009— 76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

18. ГОСТ 15.001— 881) Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.

19. ГОСТ 15.309— 98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения.

20. ГОСТ 20.57.406— 81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний.

21. ГОСТ 27.002— 2015 Надежность в технике. Термины и определения.

22. ГОСТ 8865— 93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.

23. ГОСТ 16504— 81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

24. ГОСТ 16962.1— 89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам.

25. ГОСТ 17516.1— 90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

26. ГОСТ 18322— 2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.

27. ГОСТ 21130— 75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Перспективы развития электропривода» являются лекции и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах. По курсу предусмотрено выполнение реферата. На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad, Matlab, Microsoft Pow-

erPoint, Mentimeter, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
2. Издательский центр «Академия» <http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ).
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com> (открытый доступ).
4. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com> (открытый доступ).
5. Википедия - свободная энциклопедия <https://ru.wikipedia.org> (открытый доступ).
6. Докипедия- коллекции документов <https://dokipedia.ru> (открытый доступ).
7. Техэксперт - электронный фонд правовой и нормативно-технической информации <http://docs.cntd.ru> (открытый доступ).
8. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
9. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
10. <http://www.cnsnb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
11. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова www.library.timacad.ru/ (открытый доступ).
12. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>(открытый доступ).
13. <https://portal.timacad.ru>
14. <https://www.mentimeter.com/>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Перспективы развития энергосбережения в электроприводе. Управление электроприводами при помощи информационных технологий»	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	

2.	Раздел 2 «Установившиеся режимы асинхронных электроприводов»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
3.	Раздел 3 «Совершенствование САУ электропривода. Переходные процессы в электроприводе»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
4.	Раздел 4 «Вычисление мощности и оптация электродвигателей и преобразователей»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
5.	Раздел 5 «Энергетические показатели регулируемых асинхронных электроприводов»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
6.	Разделб. «Уменьшение энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

			связи в режиме реального времени		
7.	Раздел 7. «Электромагнитная совместимость электроприводов»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
8.	Раздел 8. «Энергосбережение путем электропривода»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesc Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

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 1.: компьютеров – 24 шт., проектор AcerH 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
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	
Общежитие № 4, №5 и № 11 Комнаты для самоподготовки	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Перспективы развития электропривода» 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;

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 студентами дисциплины «Перспективы развития электропривода» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. Самостоятельно производить расчеты по определению перспектив развития электропривода, и энергосбережения в частности.

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

3. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропромаш», «Золотая осень» и др.

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 (реферата).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Реферат выполнять по теме выданной преподавателем. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Преподавание дисциплины «Перспективы развития электропривода» требует особых методических рекомендаций вследствие специфики данного курса. Следует отметить, что перспективы развития электропривода должны превратиться в подотрасль промышленной энергетики, основанной на энергосбережении и расцениваться, как дополнительный источник энергии. В этих условиях реализация политики энергосбережения становится стратегической линией развития экономики и социальной сферы. Сохранение электрической энергии является важной частью общей тенденции по защите окружающей среды. Электродвигатели, приводящие в действие системы в быту и на производстве, потребляют более половины производимой энергии, именно здесь заложены самые крупные резервы энергосбережения. Возрастающая сложность получения энергии, рост энергоёмких технологий, необходимость безаварийной работы машин и механизмов требует применения регулируемого электропривода. Переход к регулируемому электроприводу переменного тока отдельных механизмов позволит сэкономить до 50 % энергоресурсов.

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

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 современным проблемам энергосбережения в электроприводе

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

Программу разработал:

Просвирякова М.В., д.т.н., доцент

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Перспективы развития электропривода» ОПОП ВО 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электрооборудование и электротехнологии (квалификация выпускника – магистр)

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцентом, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Перспективы развития электропривода» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электрооборудование и электротехнологии (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 – Просвирякова Марьяна Валентиновна, доцент, доктор технических наук, профессор кафедры).

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 включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электрооборудование и электротехнологии.
3. Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» закреплено 2 *компетенции (4 индикатора достижения компетенций)*. Дисциплина «Перспективы развития электропривода» и представленная Программа *способны 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 3 зачётные единицы (108 часов / из них практическая подготовка 4 часа).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 (решение типовых задач, участие в тестировании, работа над аудиторными заданиями – практические занятия, выполнение реферата), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, включенной в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного цикла – Б1 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 представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник) со ссылкой на электронные ресурсы, дополнительной литературой – 9 наименований со ссылкой на электронные ресурсы, нормативные правовые акты – 27 источников, 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, направленности *Электрооборудование и электротехнологии* (квалификация выпускника – магистр), разработанная Просвиряковой М.В., доцентом, доктором технических наук, профессором кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкіна Н.А., и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники имени И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук

(подпись)

« 29 » августа 2022 г.