

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

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

Дата подписания: 17.09.2022 12:38

Уникальный программный идентификатор: 7823a3d3181287ca5ca90c19755e1779345d45



**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

“17” сентября 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.01.01**

**«Современные проблемы энергосбережения в электроприводе»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии

Курс – 1

Семестры – 1, 2


Форма обучения: заочная

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.

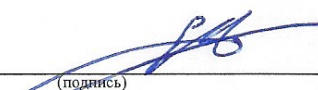
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

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:**

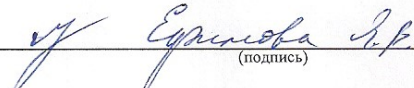
/ Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

Протокол № 01 «30» августа 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина

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

«29» августа 2022 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ   
(подпись)

**Содержание**

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
.....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	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 .....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	15
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	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
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	23
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	24
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	25
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	25
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	26
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	26
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .	28
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	29

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 по проблеме энергосбережения на предприятиях, способах экономии электроэнергии путем рационального построения 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 Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, 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 Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) 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:**

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы (108 часов/ в том числе практическая подготовка 2 часа).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для решения задач по проблеме энергосбережения на предприятиях, способах экономии электроэнергии путем рационального построения 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 Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» включена в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) учебного плана.

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электрооборудование и электротехнологии.

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» является основополагающей для изучения следующей дисциплины автоматизация электротехнологических процессов в АПК (2 курс, 3 и 4 семестры).

Освоение дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» необходимо для прохождения: технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики и при выполнении магистерской диссертации.

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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, выработать 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	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)

			(GoogleJamboard, Miro, Kahoot)		
		ПКос-3.2 Умеет анализировать преимущества и недостатки направления развития сельскохозяйственной техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	анализировать преимущества и недостатки современного энергосберегающего электропривода с целью его адаптации к новым технологическим процессам	методы анализа современных энергосберегающих электроприводов	методами анализа современных энергосберегающих электроприводов



## 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 том числе практическая подготовка 2 часа), их распределение по видам работ в семестрах № 1, 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость всего/*		
	час. всего/*	в т.ч. семестрах всего/*	
		№ 1	№ 2
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108/2</b>	<b>36</b>	<b>72/2</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>18,35/2</b>	<b>2</b>	<b>16,35/2</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>18,35/2</b>	<b>2</b>	<b>16,35/2</b>
<i>В том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	8	2	6
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	10/2		10/2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35		0,35
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>85,65</b>	<b>34</b>	<b>51,65</b>
<i>реферат (подготовка)</i>	10		10
<i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	75,65	34	41,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой</i>	4		4
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 «Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами»	18	1			17
Раздел 2 «Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности»	18	1			17
Всего за 1 семестр	36	2			34
Раздел 3 «Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по	11/2		2/2		9



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего/*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами»					
Раздел 4 «Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей»	13	2	2		9
Раздел 5 «Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели»	13	2	2		9
Раздел 6 «Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД»	13	2	2		9
Раздел 7 «Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода»	9				9
Раздел 8 «Энергосбережение средствами электропривода в различных установках»	8,65		2		6,65
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35	
Зачет с оценкой	4				4
Всего за 2 семестр	72/2	6	10/2	0,35	51,65
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/2</b>	<b>8</b>	<b>10/2</b>	<b>0,35</b>	<b>85,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами**

**Тема 1.** Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами

Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. 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.

## **Раздел 2. Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности**

**Тема 1.** Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности

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 управле-

ния. Оптимизация режимов системы ПЧ-АД. Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Постоянные и переменные потери для асинхронных двигателей (АД).

### **Раздел 3. Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами**

**Тема 1.** Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами

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. Основные пути снижения энергопотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Оптимизация режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электропривода.

### **Раздел 4. Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей**

**Тема 1.** Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей

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

### **Раздел 5. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели**

**Тема 1.** Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели

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. Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Рассчитать энергетическую эффективность двух электротехнических комплексов с электроприводами

### **Раздел 6. Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД**

**Тема 1.** Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-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 управле-

ния. Оптимизация режимов системы ПЧ-АД. Техничко-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Расчет энергетических параметров электроприводов с асинхронными двигателями.

#### **Раздел 7. Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода**

**Тема 1.** Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода

Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода. Мероприятия с целью по обеспечения эффективной работы электропривода на основе НИР и ОКР. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении и модернизации регулируемых электроприводов. Расчет энерго- и ресурсосбережения при внедрении регулируемых электроприводов в насосных установках по методике. Разработка предложений по модернизации электроприводов.

#### **Раздел 8. Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках**

**Тема 1.** Энергосбережение средствами электропривода в различных установках

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

### **4.3 Лекции, практические занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов/из них практическая подготовка</b>
<b>1 семестр</b>					
1.	<b>Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами</b>				<b>1</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	<b>Тема 1.</b> Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами	Лекция № 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами (мультимедиа-лекция) Microsoft Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
2.	<b>Раздел 2. Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности</b>				<b>1</b>
	<b>Тема 1.</b> Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности	Лекция № 1. Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		1
<b>2 семестр</b>					
3.	<b>Раздел 3. Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами</b>				<b>2/2</b>
	<b>Тема 1.</b> Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами	Практическое занятие № 1. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Оптимизация режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию 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	2/2
4	<b>Раздел 4. Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей</b>				<b>4</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	<b>Тема 1.</b> Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей	Лекция № 2. Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей. (мультимедиа-лекция) Microsoft Power Point с мультимедиа элементами	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		2
		Практическое занятие № 2. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Расчет потерь в регулируемом электроприводе в динамических режимах работы 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
5	<b>Раздел 5. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели	Лекция № 3. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2)		2
		Практическое занятие № 3. Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Рассчитать энергетическую эффективность двух электротехнических комплексов с электроприводами 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	<b>Раздел 6. Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных	Лекция № 4. Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД	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
	электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД	(с мультимедиа элементами) Практическое занятие № 4. Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Расчет энергетических параметров электроприводов с асинхронными двигателями. 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	<b>Раздел 8. Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1.</b> Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках	Практическое занятие № 5. Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении 5 регулируемых электроприводов. Выбор и проверка асинхронного двигателя для электропривода установок. 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

#### 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
<b>Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами	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))
<b>Раздел 2. Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности</b>		
2.	<b>Тема 1.</b> Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности	Организация энергопотребления на объектах (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
<b>Раздел 3. Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами</b>		
3.	<b>Тема 1.</b> Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами	Оценка энергоэффективности электроприводов (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 4. Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей</b>		
4.	<b>Тема 1.</b> Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей	Оптимизация электроприводов по потреблению электроэнергии (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 5. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели</b>		
5.	<b>Тема 1.</b> Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели	Энергосберегающий асинхронный двигатель на примере регулируемого электропривода насосов (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 6. Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД</b>		
6.	<b>Тема 1.</b> Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД	Оптимизация потерь в системах ППЧ-АД. (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 7. Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода</b>		
7.	<b>Тема 1.</b> Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода	Обеспечение электромагнитной совместимости при эксплуатации электропривода (УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 8. Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках</b>		
8.	<b>Тема 1.</b> Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках	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 дисциплин



плины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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, 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		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа-лекция) Microsoft Power Point
2.	Анализ энергетики установившихся режимов объектов профессиональной деятельности. (лекция-беседа)	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
3.	Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей.	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа-лекция) Microsoft Power Point
4.	Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Оптимизация режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электропривода.	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени) Mentimeter
5.	Технико-экономическая оценка эффективности использования регулируемых электроприводов. Рассчитать энергетическую эффективность двух	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени) Mentimeter

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	электротехнических комплексов с электроприводами		
6.	Методики расчета технико-экономической эффективности при внедрении 5 регулируемых электроприводов. Выбор и проверка асинхронного двигателя для электропривода установок.	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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» в течение семестра используются следующие виды контроля:

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций; 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Примерные темы реферата:

1. Возможные пути энергосбережения, основные понятия и определения.

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

**Теме 1. Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках**

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

### Тест

1. Многодвигательный электропривод - это...

- \*а. электропривод, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата
- б. электропривод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину
- в. трансмиссионный электропривод
- г. электропривод, который служат для регулирования скорости

2. Динамическое торможение ещё называется...

- \*а. реостатное
- б. торможения связанная со скоростью
- в. торможения связанная с пусковым моментом
- г. кинематическое торможения

3. Экономичность регулируемого привода характеризуется...

- \*а. затратами на его сооружения и эксплуатацию
- б. затратами на его транспортировку
- в. затратами на дополнительные приборы
- г. не имеет никакие затраты

4. Плавность регулирования характеризуется...

- \*а. числом устойчивых скоростей
- б. числом устойчивых моментов
- в. числом устойчивых сил
- г. устойчивостью по всем характеристикам

5. Диапазон регулирования зависит от...

- \*а. от нагрузки
- б. от внешних сил
- в. от внутренних сил
- г. от скорости момента

6. Количество тепла обозначается...

- \*а. Q
- б. P
- в. A
- г. I

7. Активные моменты могут быть как движущими и ...

- \*а. тормозными

- б. вращающимися
- в. ускорительными
- г. не подвижными

8. Реактивные моменты всегда направлены...

- \*а. против движение
- б. перпендикулярно
- в. не имеют направления
- г. могут иметь любое направление

9. В электроприводах используют двигатели...

- а. только постоянного тока
- б. только переменного тока
- \*в. постоянного и переменного тока
- г. внутреннего сгорания

10. В качестве преобразователя в электроприводах используют...

- а. автотрансформаторы
- б. частотные преобразователи
- в. тиристорные преобразователи напряжения
- \*г. все выше перечисленные ответы

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

**По разделу 3** «Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами»

**Теме 1.** Энергетика переходных процессов электропривода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами

Практическое занятие № 1. Основные пути снижения электропотребления в установившихся и переходных режимах работы электроприводов. Оптимизация режимов работы, снижение потерь энергии, повышение КПД двигателей с частотно-регулируемым электроприводом (ЧРП). Формулирование предложений по совершенствованию электропривода.

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 4АА56В4У3, при законе  $U/f=\text{const}$  ( $f_1= 50$  Гц).

**Задача 2.** Рассчитать механические характеристики частотно-регулируемого электропривода асинхронного двигателя АДЧР315МА6, при законе  $U/f=\text{const}$  ( $f_1= 50$  Гц).

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

1. Основные понятия и тенденции развития энергосбережения.
2. Понятие электрической энергии.
3. Многоуровневая структура современного электропривода.
4. Состояние и перспективы развития силовых полупроводниковых элементов регулируемого электропривода
5. Направления энергосбережения средствами промышленного электропривода.
6. Выбор электродвигателя.
7. Структура энергетического канала электропривода.
8. Баланс мощностей потоков энергии силового канала.
9. Коэффициент полезного действия.
10. Обобщенный критерий энергетической эффективности силового канала
11. Электромашинные преобразователи.
12. Статические преобразователи на полууправляемых электронных приборах (тиристорах).
13. Статические преобразователи на управляемых электронных приборах.
14. Потери мощности.
15. Коэффициент полезного действия электропривода.
16. Коэффициент мощности электропривода.
17. Регулируемый электропривод с двигателем постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения.
18. Регулируемый электропривод с асинхронным двигателем.
19. Энергетические характеристики механических преобразователей в статических режимах.
20. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода и способы их снижения.
21. Расчет мощности и выбор электродвигателей.
22. Проверка двигателей по нагреву прямым методом.
23. Проверка двигателей по нагреву косвенными методами.
24. Метод средних потерь.
25. Метод эквивалентных величин.
26. Особенности проверки двигателей по нагреву при различных тепловых режимах работы.
27. Продолжительный режим работы.
28. Кратковременный режим работы.
29. Повторно-кратковременный режим работы.
30. Дополнительные режимы работы.
31. Экономия электроэнергии технологическими установками и механизмами.
32. Подъемные установки.
33. Вентиляторные установки.
34. Водоотливные установки.
35. Компрессорные установки.
36. Конвейерные установки.

37. Регулирование производительности вентиляторных установок и требования к электроприводу.
37. Управление производительностью насосных установок.
38. Регулирование скорости конвейерных установок.
39. Регулирование скорости грузоподъемных машин.
40. Выбор способа регулирования скорости при постоянной нагрузке.
41. Выбор способа регулирования скорости при постоянной статической мощности.
42. Повышение загрузки электропривода. Исключение режима холостого хода.
43. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.
44. Использование синхронной машины как компенсатора реактивной мощности.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>Высокий Уровень «5» (отлично)</b>	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.
<b>Средний Уровень «4» (хорошо)</b>	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).
<b>Пороговый Уровень «3» (удовлетворительно)</b>	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.
<b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b>	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 SIMATIC S-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 грузочно-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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 Power Point, 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/](http://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 «Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Применение информационных технологий для управления электроприводами»	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 <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
2.	Раздел 2 «Анализ энергетики установленных режимов объектов профессиональной деятельности»	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 <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
3.	Раздел 3 «Энергетика переходных процессов электро-	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2016 2016

	привода. Предложения по совершенствованию систем автоматического управления (САУ) электроприводами»	AutoCad  Power Point Mentimeter	Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Autodesk  Microsoft	2020  2016 2014
4.	Раздел 4 «Расчет мощности и выбор электродвигателей и преобразователей»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
5.	Раздел 5 «Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
6.	Раздел 6. «Пути снижения энергопотребления в установленных режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН-АД, ППЧ-АД»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
7.	Раздел 7. «Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости электропривода»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a>	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014

			компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
8.	Раздел 8. «Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. Самостоятельно производить расчеты по определению показателей энергосбережения в электроприводе.

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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» требует особых методических рекомендаций вследствие специфики данного курса. Следует отметить, что энергосбережение должно превратиться в подотрасль промышленной энергетики, 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.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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, доктор технических наук, профессор).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» (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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» составляет 3 зачётные единицы (108 часов / в т.ч. практическая подготовка 2 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» 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 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности *Электрооборудование и электротехнологии* (квалификация выпускника – магистр), разработанная Просвиряковой М.В., доцентом, доктором технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина 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.