



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 электропривода и электротехнологий

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
Ю.В. Катаев  
"22" *Июль* 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электропри-  
воде»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность Электроснабжение

Курс – 1

Семестр – 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2019 г.

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019

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

Кабдин  
(подпись)

«15» января 2019 г.

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

Андреев  
(подпись)

«15» января 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры электропривода и электротехнологий протокол № 04 «15» января 2019 г.

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

Кабдин  
(подпись)

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Парлюк  
(подпись)

Протокол № 09 «21» января 2019 г.

Заведующий выпускающей кафедрой

электропривода и электротехнологий Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Кабдин  
(подпись)

«15» января 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Иванова  
(подпись)

Л.Л. Иванова

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных средств получены:**  
Методический отдел УМУ

«  » \_\_\_\_\_ 201   г

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ .....</b>	<b>17</b>
<b>ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
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 .....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
7.1 Основная литература .....	24
7.2 Дополнительная литература.....	24
7.3 Нормативные правовые акты .....	24
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	24
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>25</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>25</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	27
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>27</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» для подготовки магистра по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» является освоение студентами теоретических и практических знаний по режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков выбора серийных и проектирования новых систем энергосберегающего электропривода, применения методов технико-экономического их обоснования и оценки.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть формируемую участниками образовательных отношений дисциплин по выбору учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2 , ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2).

### **Краткое содержание дисциплины:**

Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе. Энергетические свойства электроприводов. Энергетический канал электропривода. Типовые структуры преобразователей электроэнергии. Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей.

Расчет мощности и выбор электродвигателей. Особенности проверки двигателей по нагреву при различных тепловых режимах работы. Продолжительный режим работы. Кратковременный режим работы. Повторно-кратковременный режим работы. Дополнительные режимы работы.

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

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

Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения. Энергетическая эффективность асинхронных электроприводов. Энергосберегающий

электропривод вентиляторных и насосных установок. Энергосберегающий электропривод подъемно-транспортных установок

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часа (4 зач. ед.).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

## **1. Цель освоения дисциплины**

**Целью освоения дисциплины** «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» является освоение студентами теоретических и практических знаний по режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков выбора серийных и проектирования новых систем энергосберегающего электропривода, применения методов технико-экономического их обоснования и оценки.

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

**Задача изучения дисциплины** заключается в получении студентами знаний о путях и способах экономии электроэнергии средствами электропривода на предприятиях сельскохозяйственного производства.

Задачами дисциплины являются:

- изучение современных направлений энергосбережения средствами электропривод;
- изучение методов выбора, обоснования и расчета режимов работы, обеспечивающих получение нужного эффекта энергосбережения средствами электропривода с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения;
- изучение и применение нормативной документации для обоснования требований по обеспечению безопасной работы энергосберегающего электропривода;
- изучение энергетических свойств и энергетических характеристик электродвигателей, электромеханических и механических преобразователей при разработке технического задания на проектирование энергосберегающего электропривода;
- анализ варианты, разработка и поиск оптимального решения при разработке энергосберегающего электропривода;
- создание и анализ моделей, позволяющих прогнозировать свойства энергосберегающего электропривода;
- умение выбирать серийные и проектировать новые системы энергосберегающего электропривода;
- осуществление технико-экономического обоснования и оценки энергосберегающих электроприводов

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» включена в часть формируемую участниками образовательных отношений дисциплин по выбору.

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: энергоаудит и энергосбережение в агропромышленном комплексе (1 курс, 2 семестр), проектирование электроэнергетических систем (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций) и для практической профессиональной деятельности.

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**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код 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 и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи	методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода	критически анализировать варианты, искать оптимальные решения при разработке энергосберегающего электропривода	навыками критического анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода
2	ПКос-3	способен выполнять работы по повышению эффективности и надежности электротехнического оборудования	ПКос-3.1 Демонстрирует знания режимов работы основного электротехнического оборудования	режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока и методы расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов	определять режимы работы электроприводов постоянного и переменного тока, рассчитывать их параметры с целью обеспечения требуемых режимов	навыками определения режимов работы электроприводов постоянного и переменного тока, расчета их параметров с целью обеспечения требуемых режимов
			ПКос-3.2 Демонстрирует знания методов и средств повышения эффективности работы электротехнического оборудования	методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока	применять методы и средства повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока	навыками применения методов и средств повышения эффективности работы электроприводов постоянного и переменного тока
			ПКос-3.3 Осуществляет выполнение работ по повышению эффективности электротехнического оборудования	серийные системы энергосберегающего электропривода и методы проектирования новых систем энергосберегающего электропривода	выбирать серийные и проектировать новые системы энергосберегающего электропривода	навыками выбора серийных и проектирования новых систем энергосберегающего электропривода
	ПКос-4	способен преподавать учебные дисциплины (модули), проводить от-	ПКос-4.2 Владеет преподаваемой областью научного (на-	энергетические свойства и энергетические характеристики электродвига-	использовать энергетические свойства и энергетические харак-	навыками использования энергетических свойств и энергетиче-

		дельные виды учебных занятий по программам ВО и (или) ДПП	учно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности	телей, электромеханических и механических преобразователей, необходимых для преподавания дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе»	теристики электродвигателей, электромеханических и механических преобразователей при преподавании дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе»	ских характеристик электродвигателей, электромеханических и механических преобразователей при преподавании дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе»
--	--	---	---	--	---	--



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ в семестре № 1 представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. в семестре
		№ 1
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>36,35</b>	<b>36,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>36,35</b>	<b>36,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18	18
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>107,65</b>	<b>107,65</b>
<i>Расчетно-графическая работа (РГР)</i>	20	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	78,65	78,65
<i>подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт с оценкой	зачёт с оценкой

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе»	12	2				10
Раздел 2 «Энергетические свойства электроприводов»	26	4	2			20
Раздел 3 «Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода»	34,65	4	6			24,65
Раздел 4 «Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода»	38	6	8			24
Раздел 5 «Выбор режимов работы технологических процессов на основе	24	2	2			20

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения»						
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35				0,35	
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9					9
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>0,35</b>	<b>107,65</b>

## **Раздел 1.** Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе

### **Тема 1.** Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе

Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода.

### **Раздел 2.** Энергетические свойства электроприводов

#### **Тема 1.** Энергетический канал электропривода. Типовые структуры преобразователей электроэнергии

Структура энергетического канала электропривода. Баланс мощностей потоков энергии силового канала. Коэффициент полезного действия.

Энергетические особенности и характеристики энергетической эффективности статических преобразователей электроэнергии. Статические преобразователи на полууправляемых электронных приборах (тиристорах). Статические преобразователи на управляемых электронных приборах.

#### **Тема 2.** Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей

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

### **Раздел 3.** Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода

#### **Тема 1.** Энергосбережение в установившихся режимах работы

Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.

#### **Тема 2.** Энергосбережение в переходных режимах работы

Энергосбережение в переходных режимах.

### **Раздел 4.** Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода

**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.

**Тема 2.** Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов

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. Оптимизация режимов системы ПЧ-АД.

**Тема 3.** Переходные режимы работы асинхронных электроприводов

Общие принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления электроприводом. Плавный пуск в системах ТПН-АД. Плавный пуск в системах ПЧ-АД. Законы управления системой ПЧ-АД, обеспечивающие снижение потерь энергии в переходных режимах.

**Раздел 5.** Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения

**Тема 1.** Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок

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

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1.</b> Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе	<b>Лекция № 1.</b> Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.2, ПКос-3.3),		2
2.	<b>Раздел 2. Энергетические свойства электроприводов</b>				<b>6</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Энергетический канал электропривода. Типовые структуры преобразователей электроэнергии	<b>Лекция № 2.</b> Структура энергетического канала электропривода. Баланс мощностей потоков энергии силового канала. Коэффициент полезного действия. Энергетические особенности и характеристики энергетической эффективности статических преобразователей электроэнергии.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2
	<b>Тема 2.</b> Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей	<b>Лекция № 3.</b> Потери мощности. Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Энергетические характеристики механических преобразователей. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2
		<b>Практическое занятие № 1.</b> Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
4.	<b>Раздел 3. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода</b>				<b>10</b>
	<b>Тема 1.</b> Энергосбережение в установленных режимах работы	<b>Лекция №4.</b> Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		<b>Практическое занятие № 2.</b> Определение оптимального коэффициента нагрузки асинхронного электродвигателя, целесообразность замены его меньшим по мощности. Энергосбережение при ограничении холостых ходов асинхронных электродвигателей.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
		<b>Практическое занятие №3.</b> Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Решение задач	2
	<b>Тема 2.</b> Энергосбережение в переходных режимах работы	<b>Лекция № 5.</b> Энергосбережение в переходных режимах. Компенсация реактивной мощности.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2
		<b>Практическое занятие №4.</b> Энергосбережение в переходных режимах работы электропривода.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
5.	<b>Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода</b>				<b>14</b>
	<b>Тема 1.</b> Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели	<b>Лекция № 6.</b> Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двига-	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		тель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ АД.			
		<b>Практическое занятие № 5.</b> Расчет показателей качества электрической энергии, оценка их влияния на энергетические характеристики электропривода с асинхронным двигателем и преобразователем частоты.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
	<b>Тема 2.</b> Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов	<b>Лекция № 7.</b> 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.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2
		<b>Практическое занятие № 6.</b> Выбор электродвигателя по мощности при частотном регулировании	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Решение задач	2
		<b>Практическое занятие № 7.</b> Оценка эффективности использования энергосберегающих систем управления электроприводом.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Решение задач	2
	<b>Тема 3.</b> Переходные режимы работы асинхронных электроприводов	<b>Лекция № 8.</b> Общие принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		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.			
		<b>Практическое занятие № 8.</b> Пуск АД. Плавный пуск в системах ТПН-АД, ПЧ-АД. Определение продолжительности пуска	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
6	<b>Раздел 5. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения</b>				<b>4</b>
	Тема 1. Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	Лекция № 9. Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводу. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)		2
		<b>Практическое занятие № 9.</b> Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системах ТПН-АД и ПЧ-АД.	УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3), ПКос-4 (ПКос-4.2)	Устный опрос Решение задач	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 2. Энергетические свойства электроприводов</b>		
1.	Тема 2. Энергетиче-	Пути снижения потерь электроэнергии в переходных процес-

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ские характеристики электромеханических и механических преобразователей	сах электропривода (УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 3. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода</b>		
3.	<b>Тема № 1.</b> Энергосбережение в установившихся режимах работы	Современные энергосберегающие электродвигатели. Пути их совершенствования (УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3))
<b>Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода</b>		
4.	Тема 3 Переходные режимы работы асинхронных электроприводов	Современные устройства, обеспечивающие плавный пуск электропривода. Сравнительный анализ плавного пуска в системах ТПН-АД и ПЧ-АД (УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3))
<b>Раздел 5. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения</b>		
5.	<b>Тема № 1.</b> Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	Современные системы управления вентиляторными и насосными установками. Перспективы развития частотного электропривода вентиляторных и насосных установок (УК-1 (УК-1.1), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода.	Л Технология проблемного обучения (лекция визуализация) Ведущие специалисты ОАО «Сименс»
2.	Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	Л Технология проблемного обучения (лекция визуализация) Ведущие специалисты ФНАЦ ВИМ
3.	Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей.	ПЗ Технология контекстного обучения (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
4..	Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. По-	ПЗ Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	тери электроэнергии в переходных процессах электропривода.		
5.	Оценка эффективности использования энергосберегающих систем управления электроприводом.	ПЗ	Технология контекстного обучения (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
6.	Плавный пуск в системах ТПН-АД, ПЧ-АД. Определение времени пуска.	ПЗ	Технология контекстного обучения (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)
7.	Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системе ПЧ-АД	ПЗ	Технология контекстного обучения (Решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе)

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

При изучении разделов дисциплины текущий контроль знаний проводится в виде индивидуального опроса на практических занятиях, выполнения задач и заданий. Контроль выполнения расчетно-графической работы осуществляется ее проверкой и защитой с индивидуальным опросом.

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, решение типовых задач, выполнение расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль знаний:** зачет с оценкой.

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

При изучении дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы.

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

Расчетно-графическую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носят

расчетный характер и оформляются работы в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, а также освоение методов и средств энергосбережения в электроприводе сельскохозяйственных машин.

### **Примерные темы расчетно-графической работы:**

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

Задание на расчетно-графическую работу:

1. Схема подачи воды центробежным насосом в водонапорную башню и технические данные выбираются в соответствии с индивидуальными данными по варианту.
2. На пути трубопровода поставлены два колена с углами поворота  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ , три вентиля и одна задвижка.
3. Регулирование производительности (в зависимости от варианта):
  - механическое (дросселирование);
  - электрическое - изменением параметров статорной или роторной цепи;
  - электрическое – частотное регулирование.

Содержание расчетно-графической работы

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

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания выданного преподавателем.

2) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

**По разделу 2. Энергетические свойства электроприводов**

**Тема 2.** Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей.

**Практическое занятие № 1.** Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

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

Исходные данные:

Тип	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$n_n$ , об/мин	$\cos\varphi_n$	$\eta_n$	$\alpha = \frac{R_l}{R'_2}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

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

Исходные данные:

Тип	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$n_n$ , об/мин	$\cos\varphi_n$	$\eta_n$	$\alpha = \frac{R_l}{R'_2}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

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

Исходные данные:

Тип	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$n_n$ , об/мин	$\cos\varphi_n$	$\eta_n$	$\alpha = \frac{R_l}{R'_2}$
RA200L4	30,0	59,0	1475	0,86	0,91	0,6

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

Исходные данные:

Тип	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$n_n$ , об/мин	$\cos\varphi_n$	$\eta_n$	$\alpha = \frac{R_1}{R'_2}$
АИР100S4	3,0	5,9	1475	0,82	0,89	1,0

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

Данные двигателя: номинальная мощность  $P_n = 11$  кВт; номинальная частота вращения  $n_n = 695$  об/мин. Суммарный приведенный момент инерции  $J = 3$  кг·м<sup>2</sup>. При расчете принять, что  $R_1/R'_2 = 1$ .

**Задача 6.** Чему равны потери энергии в цепях статора и ротора асинхронного двигателя при торможении противовключением без нагрузки от угловой скорости  $\omega_{нач} = 100$  с<sup>-1</sup> до  $\omega_{кон} = 0$ , если момент инерции  $J = 0,2$  кгм<sup>2</sup>, а соотношение сопротивлений статора и ротора  $R_1/R'_2 = 1$ ?

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

**По разделу 2.** Энергетические свойства электроприводов

**Теме 2.** Энергетические характеристики электромеханических и механических преобразователей.

**Практическое занятие № 1.** Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода.

Перечень вопросов для устного опроса.

1. Основные показатели качества электроэнергии питающей сети.
2. Режимы работы и преобразования энергии электропривода. Энергетические диаграммы электропривода.
3. Основные составляющие мощности потерь в асинхронном двигателе и их расчет.
4. Какие основные энергетические показатели используются для анализа статических режимов электропривода?
5. Коэффициент загрузки двигателя.
6. Коэффициент полезного действия электропривода.
7. Коэффициент мощности электропривода.
8. Коэффициент несинусоидальности питающего напряжения.
9. Коэффициент несимметрии питающего напряжения.
10. Влияет ли пульсирующая составляющая момента статической нагрузки на потери в электроприводе? Каким образом?

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

1. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года.
2. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества.
3. Структура современного электропривода.
4. Баланс мощностей потоков энергии силового канала.
5. Какие типы регулируемых электроприводов наиболее широко применяются в настоящее время и почему?
6. Структура энергетического канала электропривода.
7. Баланс мощностей потоков энергии силового канала.
8. Реактивная мощность в электроприводах.
9. Направления энергосбережения средствами электропривода.
10. Основные составляющие мощности потерь в асинхронном двигателе.
11. Какие основные энергетические показатели используются для анализа статических режимов электропривода?
12. Коэффициент загрузки двигателя.
13. Коэффициент полезного действия электропривода.
14. Коэффициент мощности электропривода.
15. Коэффициент несинусоидальности питающего напряжения.
16. Коэффициент несимметрии питающего напряжения.
17. Энергетические особенности и характеристики энергетической эффективности статических преобразователей электроэнергии.
18. Основные пути повышения энергетической эффективности асинхронных электроприводов.
19. Какие существуют основные направления энергосбережения при использовании нерегулируемого электропривода?
20. Экономия энергии при замене малозагруженных двигателей.
21. Экономия электроэнергии за счет ограничения длительности режима холостого хода двигателей.
22. Экономия электроэнергии за счет повышения загрузки электропривода.
23. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя.
24. Применение современных энергосберегающих электродвигателей.
25. Энергосбережение при компенсации реактивной мощности.
26. Потери электроэнергии в переходных режимах работы электропривода.
27. Потери энергии при пуске электропривода вхолостую.
28. Потери энергии при пуске электропривода при нагрузке.
29. Потери энергии при тормозных режимах работы электропривода.
30. Зависят ли потери энергии в роторе АД при пуске на холостом ходу от вида механической характеристики двигателя и времени пуска?
31. Какие основные способы снижения потерь энергии в асинхронном электроприводе при отработке переходных режимов вы знаете?
32. Какие существуют основные направления энергосбережения при использовании регулируемого электропривода?
33. Энергетические характеристики системы ТПН-АД.

34. Оптимизация потерь и КПД в системах ТПН-АД при изменении параметров установившегося режима.
35. Поясните, почему недопустимо регулирование скорости АД при продолжительном режиме работы при использовании системы ТПН-АД?
36. Какие основные элементы входят в силовую структуру типового частотно-регулируемого асинхронного электропривода?
37. Какие основные законы управления, применяемые в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах, вы знаете?
38. Какой закон управления находит преимущественное применение в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах?
39. Какие основные системы управления ПЧ в асинхронном электроприводе и их особенности вы знаете?
40. Энергетические характеристики системы ПЧ-АД.
41. Какие составляющие потерь энергии в АД и в ПЧ учитываются при расчете мощности потерь в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе?
42. Мощность потерь в системах ПЧ-АД при типовых законах частотного управления.
43. Принципы оптимизации энергопотребления асинхронных электроприводов при плавном пуске в системе ПЧ-АД.
44. Принципы оптимизации энергопотребления асинхронных электроприводов при плавном пуске в системе ТПН-АД.
45. Как реализуется управляемый (плавный) пуск асинхронного двигателя в системах ТПН-АД?
46. От каких факторов зависит уровень снижения потерь энергии в АД при управляемом пуске по сравнению с прямым пуском?
47. Как реализуется плавный пуск АД в системах ПЧ-АД?
48. От каких факторов зависит энергия потерь при плавном пуске асинхронного двигателя в системе ПЧ-АД?
49. Какими способами можно обеспечить тормозной режим в современных системах ПЧ-АД? Какова их энергетическая эффективность?
50. Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводе.
51. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками.
52. Какие факторы обеспечивают экономию годовых затрат при использовании систем ПЧ-АД вместо нерегулируемого электропривода насосных установок?
53. Чем обоснована целесообразность применения частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в системах вентиляции?
54. Дайте сравнительную оценку энергетических показателей статических режимов при использовании систем ТПН-АД и ПЧ-АД.
55. Каковы технико-экономические преимущества частотно-регулируемых асинхронных электроприводов перед другими типами регулируемых асинхронных электроприводов?

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

Таблица 7

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
<b>Высокий уровень «5» (отлично)</b>	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
<b>Средний уровень «4» (хорошо)</b>	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; в основном сформировал практические навыки.
<b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b>	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.
<b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b>	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий; основная литература по проблемам курса не усвоена; практические навыки не сформированы.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. 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.
2. 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. – 102 с.
3. 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, 2014.— 384 с. —  
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42194>. — Загл. с экрана.
4. Епифанов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. Л.М. Электропривод [электронный ресурс]: Учебник / Под ред. А.П. Епифанова.– СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 400с.:ил.– (Учебники для вузов. Специальная литература).  
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>.

### **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. 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).
4. 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, 2013. — 176 с. —  
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10251>. — Загл. с экрана.
- 5.Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов. / Г.Б. Онищенко – М.: Академия, 2006. – 288 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

Не имеется

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и прак-



тические занятия проводятся в группах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

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

Программы: программная среда AUTOCAD, Microsoft Office, Mathcad, VISIO, электронные ресурсы технических библиотек.

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
2. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
3. Сайт «Школа электрика» <http://electricalschool.info> (открытый доступ).
4. Сайт «Заметки электрика» <http://www.zametkielectrica.ru> (открытый доступ).
5. Сайт «Журнал электрика» . <http://www.nait.ru/journals> (открытый доступ).
6. Сайт журнала «Электрик» <http://www.ra-electric.ru> (открытый доступ).
7. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
8. <http://www.cnsnb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

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

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

Нет.

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

Таблица 9

#### **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Корпус № 24, аудитория № 206	1. Компьютерный класс тип 1: компьютеров –

	6 шт., интерактивная доска – 1 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., инв. № 210124558132028.
Корпус № 24, аудитория № 204	1. Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. инв. № 410138000002632. 2. Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1шт., инв. № 410138000002638.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

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

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия, компьютерное тестирование по разделам дисциплин.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. С этой целью необходимо перед следующей лекцией проработать материал предыдущей лекции. В случае возникновения вопросов необходимо обратиться к учебной литературе, а при невозможности самостоятельно решить возникшие проблемы подготовить вопросы и обратиться с ними к преподавателю. Используя информационные технологии организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

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

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

4. Регулярно посещать тематические выставки.

## **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

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

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

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

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

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

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

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

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

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Например, при проведении практических занятий первый час занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого

занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

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

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации технологических процессов.

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

**Программу разработал:**

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент

---

(подпись)