

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Арженковский Алексей Григорьевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 27.01.2026 11:55:09  
Уникальный программный ключ:  
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



**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



А.Г. Арженовский

2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов

Курс – 1

Семестры – 1 и 2

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки 2025 г.

Москва, 2025

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

Кабдин Н.Е.  
(подпись)

« 20 » июня 2025 г.

Рецензент: Нормов Д.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нормов Д.А.  
(подпись)

« 20 » июня 2025 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизация и роботизация технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 10 «20» июня 2025 г.

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

Шабаев Е.А.  
(подпись)

**Согласовано:**

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

Дидманидзе О.Н.

Дидманидзе О.Н.  
(подпись)

Протокол № 05 « 20 » июня 2025 г.

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

Шабаев Е.А.  
(подпись)

« 20 » июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Александр Сергеевич  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ 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>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	10
В СЕМЕСТРЕ.....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
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>18</b>
<b>ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	18
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 .....	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>27</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>28</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>	<b>28</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	30
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>	<b>30</b>
<b>ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>30</b>

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» для подготовки магистров по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение студентами теоретических и практических знаний по современным направлениям развития энергосберегающего электропривода; режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений на основе системного подхода при разработке энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков анализа преимуществ и недостатков современного энергосберегающего электропривода с целью его адаптации к новым технологическим процессам, применения методов технико-экономического их обоснования и оценки; применение базовых знаний современных цифровых технологий; используемых при решении задач энергосбережения в электроприводе.

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

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

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, направленности Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов

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

### Краткое содержание дисциплины:

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/ в т.ч. практическая подготовка:** 2.зач. единицы (72 часа/ в т.ч. 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 студентами теоретических и практических знаний по современным направлениям развития энергосберегающего электропривода; режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения; формирование способности применять методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений на основе системного подхода при разработке энергосберегающего электропривода в сельскохозяйственном производстве, умений и навыков анализа преимуществ и недостатков современного энергосберегающего электропривода с целью его адаптации к новым технологическим процессам, применения методов технико-экономического их обоснования и оценки; применение базовых знаний современных цифровых технологий; используемых при решении задач энергосбережения в электроприводе.

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

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

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.

**Задачи дисциплины:**

- изучение современных направлений энергосбережения средствами электропривода;



- изучение методов выбора, обоснования и расчета режимов работы, обеспечивающих получение нужного эффекта энергосбережения средствами электропривода с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения;
- изучение 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 вариантов, разработка и поиск оптимального решения при разработке энергосберегающего электропривода;
- создание и анализ моделей, позволяющих прогнозировать свойства 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 дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) Блока 1 «Дисциплины (модули)» 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 Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются курсы: основы глобального управления (1 курс, 1 семестр)

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

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины						
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	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	методы анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода; электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	критически анализировать варианты, искать оптимальные решения при разработке энергосберегающего электропривода; применять электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	навыками критического анализа вариантов, поиска оптимальных решений при разработке энергосберегающего электропривода; электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru
			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	основы системного подхода при разработке 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	ПКос-3.1 Знает современные направления развития	современные направления развития энергосберегающего электропривода	применять современный энергосберегающий электропривод	навыками применения современного энергосберегающего электропривода

	машины и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	сельскохозяйственной техники и технологий производства сельскохозяйственной продукции	вода при производстве сельскохозяйственной продукции, современные цифровые инструменты (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)	при производстве сельскохозяйственной продукции, применять современные цифровые инструменты (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)	привода при производстве сельскохозяйственной продукции, современными цифровыми инструментами (GoogleJamboard, Miro, Kahoot)
		ПКос-3.2 Умеет анализировать преимущества и недостатки направления развития сельскохозяйственной техники и технологий и адаптировать новые решения к условиям предприятия	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 2 зач. ед. (72 часа / в т.ч. практическая подготовка 2 часа), их распределение по видам работ в семестрах № 1 и № 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость час. всего/*		
	час. /*	В т.ч. по семестрам/*	
		№ 1	№ 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/2	36	36/2
1. Контактная работа:	18,35/2	2	16,35/2
Аудиторная работа	18,35/2	2	16,35/2
в том числе:			
лекции (Л)	8	2	6
практические занятия (ПЗ)	10/2	-	10/2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	53,65	34	19,65
Расчётно-графическая работа (РГР)	10	-	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	39,65	34	5,65
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	4		4
Вид промежуточного контроля:	зачёт с оценкой		зачёт с оценкой

\* в том числе практическая подготовка

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе»	18	1				17
Раздел 2 «Энергетические свойства электроприводов»	18	1				17
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>36</b>	<b>2</b>				<b>34</b>
Раздел 2 «Энергетические свойства электроприводов»	4	-	2			2
Раздел 3 «Энергосбережение при	8/2	2	4/2			2

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
использовании нерегулируемого электропривода»						
Раздел 4 «Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода»	5,65	2	2			1,65
Раздел 5 «Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения»	14	2	2			10
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	4					4
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>36/2</b>	<b>6</b>	<b>10/2</b>		<b>0,35</b>	<b>19,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72/2</b>	<b>8</b>	<b>10/2</b>		<b>0,35</b>	<b>53,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

**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. Энергетические характеристики электропривода и механических преобразователей.

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

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 и переходных режимах работы

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

Энергосбережение в переходных режимах работы

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

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

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

Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов

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

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

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

**Раздел 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	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
<b>I семестр</b>					
1.	<b>Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе</b>				2
	<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. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
2.	<b>Раздел 2. Энергетические свойства электроприводов</b>				1
	<b>Тема 1.</b> Энергетический канал электропривода. Энергетические характеристики электропривода и механических преобразователей.	<b>Лекция № 1.</b> Структура энергетического канала электропривода. Баланс мощностей потоков энергии силового канала. Потери мощности. Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		1
<b>2 семестр</b>					
3.	<b>Раздел 2. Энергетические свойства электроприводов</b>				2
	<b>Тема 1.</b> Энергетический канал электропривода. Энергетические характеристики электропривода и механических преобразователей	<b>Практические занятия № 1.</b> Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
4.	<b>Раздел 3. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода</b>				6/2
	<b>Тема 1.</b> Энергосбережение в установившихся и переходных режимах работы	<b>Лекция №2.</b> Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя. Энергосбережение в переходных режимах. Компенсация реактивной мощности. (лекция-визуализация).	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		<b>Практическое занятие № 2.</b> Определение оптимального коэффициента загрузки асинхронного электродвигателя, целесообразность замены его меньшим по мощности. Энергосбережение при ограничении холостых ходов асинхронных электродвигателей. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2/2
		<b>Практическое занятие №3.</b> Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
	<b>Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода</b>				<b>4</b>
5.	<b>Тема 1.</b> Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. Установившиеся режимы работы асинхронных электроприводов	<b>Лекция № 3.</b> Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ АД. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
		<b>Практическое занятие № 4.</b> Расчет показателей качества электрической энергии, оценка их влияния на энергетические характеристики электропривода с асинхронным двигателем и преобразователем частоты. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос. Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
6.	<b>Раздел 5. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Энергосберегающий электропривод вентиляторных и насосных установок	<b>Лекция № 4.</b> Способы регулирования производительности вентиляторных и насосных установок и требования к электроприводу. Современные системы управления вентиляторными и насосными установками. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),		2
		<b>Практическое занятие № 5.</b> Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системах ТПН-АД и ПЧ-АД Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2),	Устный опрос. Решение типовых задач в условиях ограничения времени	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.	<b>Тема 1.</b> Энергетический канал электропривода. Энергетические характеристики электропривода и механических преобразователей.	Пути снижения потерь электроэнергии в переходных процессах электропривода ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 3. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода</b>		
2.	<b>Тема № 1.</b> Энергосбережение в установившихся и переходных режимах работы	Современные энергосберегающие электродвигатели. Пути их совершенствования ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода</b>		
3.	<b>Тема 3</b> Переходные	Современные устройства, обеспечивающие плавный пуск

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	режимы работы асинхронных электроприводов	электропривода. Сравнительный анализ плавного пуска в системах ТПН-АД и ПЧ-АД ((УК-1 (УК-1.1, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))
<b>Раздел 5. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения</b>		
4.	<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, УК-1.4), ПКос-3 (ПКос-3.1, ПКос-3.2))

### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «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, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).

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

Таблица 6

#### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Основные понятия и тенденции развития энергосбережения. Понятие электрической энергии, основные показатели ее качества. Структура современного электропривода. Направления энергосбережения средствами электропривода.	Л Информационно-коммутационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
2.	Структура энергетического канала электропривода. Баланс мощностей потоков энергии силового канала. Потери мощности.	Л Информационно-коммутационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	Коэффициент полезного действия электропривода. Коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах. электропривода	
3.	Применение современных энергосберегающих электродвигателей. Повышение загрузки электропривода. Ограничение длительности режима холостого хода. Снижение напряжения на зажимах электродвигателя. Энергосбережение в переходных режимах. Компенсация реактивной мощности.	Л Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
4.	Общие сведения. Системы электроприводов «тиристорный преобразователь – асинхронный двигатель» (ТПН-АД). Системы электроприводов «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (ПЧ-АД). Энергетические характеристики системы ПЧ АД.	Л Технология проблемного обучения Ведущие специалисты ФНАЦ ВИМ (лекция-беседа) Mentimeter.
5.	Потери мощности. Коэффициент полезного действия, коэффициент мощности электропривода. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
6.	Определение оптимального коэффициента загрузки асинхронного электродвигателя, целесообразность замены его меньшим по мощности. Энергосбережение при ограничении холостых ходов асинхронных электродвигателей.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
7.	Оценка эффективности использования современных энергоэффективных электродвигателей..	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
8.	Расчет показателей качества электрической энергии, оценка их влияния на энергетические характеристики электропривода с асинхронным двигателем и преобразователем частоты.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Энергосбережение при регулировании подачи вентиляторных и насосных установок путем изменения скорости электропривода в системе ПЧ-АД	ПЗ Технология контекстного обучения (решение задач по индивидуальному заданию с последующим обсуждением результатов в группе) (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

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

При изучении разделов дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

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

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

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

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

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов и средств энергосбережения в электроприводе сельскохозяйственных машин, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска дан-

ных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

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

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

#### Примерные темы расчетно-графической работы:

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

Задание на расчетно-графическую работу:

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

#### Содержание расчетно-графической работы

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



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

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

### По разделу 3. Энергосбережение при использовании нерегулируемого электропривода

**Тема 1.** Энергосбережение в установившихся и переходных режимах работы

С учетом элементов практической подготовки – связанных с будущей профессиональной деятельностью

(Решение задач на ПК в режиме ограничения времени)

**Практические занятия № 2.** Определение оптимального коэффициента загрузки асинхронного электродвигателя, целесообразность замены его меньшим по мощности. Энергосбережение при ограничении холостых ходов асинхронных электродвигателей.

**Задача 1.** Для электродвигателя RA200L4 определить оптимальный коэффициент нагрузки, целесообразность замены электродвигателя меньшим по мощности при нагрузке электродвигателя 50 % от номинальной.

Паспортные данные электродвигателя:

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

**Задача 2.** Для электродвигателя RA200L4 при заданной нагрузочной диаграмме определить:

- 1) целесообразность ограничения холостых ходов электродвигателя, работающего в режиме чередования нагрузки и холостых ходов;
- 2) эффективность увеличения коэффициента загрузки рабочей машины с 50 % до 100 %. В качестве рабочей машины принять дробилку кормов.

Паспортные данные электродвигателя:

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

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

### По разделу 2. Энергетические свойства электроприводов

**Тема 1.** Энергетический канал электропривода. Энергетические характеристики электропривода 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?

4) 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 (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выпол-

«5» (отлично)	нивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Аполлонский, С. М. Энергосберегающие технологии в энергетике. Том 1. Энергосбережение в энергетике [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С. М. Аполлонский. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 436 с. – Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/329543](https://e.lanbook.com/book/329543). - ISBN 978-5-507-47111-9: Б. ц. Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки
2. 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: [URL: https://e.lanbook.com/book/211469](https://e.lanbook.com/book/211469).
3. Епифанов, А.П. Электропривод в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.П. Епифанов, А.Г. Гушинский, Л.М. Малайчук. – 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2022.– 224 с. – Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/262475](https://e.lanbook.com/book/262475) - ISBN 978-5-507-45220-0: Б. ц. Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

### 7.2 Дополнительная литература

1. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод [Текст]: учебное 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. Низковольтные преобразователи частоты. [Текст]: учебное пособие для вузов. / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, Д.Н. Зайцев, В. Хофманн. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 104 с.
4. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гушинский. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 400 с. – Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/210941](https://e.lanbook.com/book/210941). - ISBN 978-5-8114-1234-1: Б. ц. Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»
5. Кабдин, Н.Е. Электропривод [Электронный ресурс]: Учебник. Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. — М.:МЭСХ, 2021. — 286 с. — Режим доступа: [URL: https://elib.iimacad.ru/dl/full/sl0032022ElPrivod.pdf](https://elib.iimacad.ru/dl/full/sl0032022ElPrivod.pdf)
6. Климова, Г.Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение [Текст]: учебное пособие для вузов / Г.Н. Климов. – 2-е изд.– Москва: Юрайт, 2025. –177 с. (Высшее образование). – Режим доступа: [URL: https://urait.ru/bcode/561300](https://urait.ru/bcode/561300).
7. Кузнецов, Ю. В. Энергосбережение в агропромышленном комплексе [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 328 с. – Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/292886](https://e.lanbook.com/book/292886).
8. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в тепло-энергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Крылов, А. С. Карандаев, В. Н. Медведев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 176 с. – Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/211253](https://e.lanbook.com/book/211253). - ISBN 978-5-8114-1469-7: Б. ц. Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки
9. Лезнов, Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудных установках [Текст]: учебник для вузов / Борис Семенович Лезнов. - М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 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 практические 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. Издательский центр «Академия» <http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ).
8. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com> (открытый доступ).
9. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com> (открытый доступ).
10. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
11. <http://www.cnsb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
12. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова [www.library.timacad.ru/](http://www.library.timacad.ru/) (открытый доступ).
13. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
  - <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
  - <https://portal.timacad.ru>
  - <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>
  - <https://www.mentimeter.com/>

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

1. Учебные материалы по Топливо-энергетическому комплексу <http://www.twirpx.com/files/tek/> (открытый доступ).

2. Сайт «Все для студента» <http://www.questdb.mylivepage.ru> (открытый доступ).
3. Сайт «Яндекс» <http://slovari.yandex.ru> (открытый доступ).
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (открытый доступ).

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

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Тенденции развития и подходы к энергосбережению в электроприводе	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
2.	Раздел 2. Энергетические свойства электроприводов	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
3.	Раздел 3. Энергосбережение при использовании регулируемого 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> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
4.	Раздел 4. Энергосбережение при использовании регулируемого электропривода	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016



		Mentimeter	<a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		2014
5.	Раздел 5. Выбор режимов работы технологических процессов на основе регулируемого асинхронного электропривода как средства энергосбережения	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  Autodesc  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014

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

Таблица 9

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

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

#### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» студент получает теоретические и практические знания по

режимам работы и методам выбора электропривода сельскохозяйственных машин, методам и средствам повышения эффективности его работы с учетом отечественного и зарубежного опыта энергосбережения.

Полученные знания необходимы студенту для успешной работы по направлению подготовки.

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

лекции (занятия лекционного типа):

практические занятия (занятия семинарского типа);

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

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

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

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

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты элементов светотехнических установок с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами освещения и облучения. Организовать электронное 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. *Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

Регулярно посещать тематические выставки.



## Виды и формы отработки пропущенных занятий

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

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

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

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе», 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:

Кабин Н.Е., к.т.н., доцент

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр)

Нормовым Дмитрием Александровичем, и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук, профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин (разработчик – Кабдин Николай Егорович, доцент, кандидат технических наук).

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 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.01) Блока 1 «Дисциплины (модули)».

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

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

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» составляет 2 зачётные единицы (72 часа/в том числе 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 (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Современные проблемы энергосбережения в электроприводе» представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 9 наименований, периодическими изданиями – 8 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 13 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, направленность Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов (квалификация выпускника – магистр), разработанная Кабдиным Н.Е., доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

  
(подпись)

«20» июня 2025 г.