МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

**СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП**

Сертификат: 584B07C0339DBE68C78EB54A7DFECB36CE19241C
Владелец: Бутенко Александр Федорович
Действителен: с 10.02.2022 по 06.05.2023

**УТВЕРЖДАЮ**
**Директор**

**_____А.Ф. Бутенко**

«__31__» __марта___2022___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины** Б1.В.02 «Энергосбережение в электроприводах»

**Направление подготовки** 35.04.06 «Агроинженерия»

**Направленность** «Электрооборудование и электротехнологии»

**Факультет** «Энергетический»

**Кафедра «**Эксплуатация энергетического оборудования и электрические машины»

**Форма обучения** очная, заочная

**Квалификация выпускника –** магистр

**Зерноград-2022**

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1. ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «26» июля 2017 г. Приказ № 709.

2. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «26» ноября 2020 г. № 1456.

3. Учебный план направленности программы «Электрооборудование и электротехнологии» (год начала подготовки 2022), одобрен Учёным советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ
Протокол № 7 от « 24 » февраля 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Энергосбережение в электроприводах» одобрена на заседании кафедры ЭЭО и ЭМ
Протокол № 9 от « 23 » марта 2022 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент Е.А. Шабаев

Рабочая программа учебной дисциплины «Энергосбережение в электроприводах» рекомендована к использованию на заседании методической комиссии по направлению подготовки 35.03.06 и 35.04.06 «Агроинженерия» энергетического факультета
Протокол № 6 от « 28 » марта 2022 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент Н.Е. Пономарева

Разработчик:
к.т.н., доцент Н.Е. Пономарева

Содержание

с.

1. Вводная часть……... 4
1.1 Цели освоения учебной дисциплины…….……..... 4
1.2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ……..... 5
1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций…… 6
2.Основная часть……..... 6
2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы……..... 6
2.2. Содержание учебной дисциплины……..... 8
2.2.1. Разделы (модули) учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля…….…….. 10
2.2.2 Лабораторный практикум……... 11
2.2.3. Практические занятия…..…. 11
2.3. Самостоятельная работа студента……... 13
3. Образовательные технологии…….. 14
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины……...…….…. 15
4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств…….…… 15
4.2. Примерные темы курсовых работ…….……... 15
4.3. Примерные темы рефератов (эссе) ……..…….…….... 15
4.4. Тесты текущего контроля…….…… 16
4.5. Тесты промежуточного контроля ……. 16
4.6. Варианты заданий для текущего контроля …….……. 16
4.7. Вопросы к зачету…….. 17
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины ……
5.1. Основная литература……..… 19
5.2. Дополнительная литература……. 20
5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы……. 20
5.4 Требования к программному обеспечению учебного процесса …….. 21
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся ……..……..… 22
6.Материально-техническое обеспечение дисциплины……..... 23
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины... 24
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины…..……

# 1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Энергосбережение в электроприводах» является формирование умений и навыков магистрантов в области энергосбережения в электроприводах машин, работающих в сельскохозяйственном производстве; умений и навыков по расчёту и выбору энергоэффективных режимов работы электроприводов рабочих машин сельскохозяйственного назначения.

Задачами дисциплины являются**:**

– поддержание ранее приобретённых навыков и умений в обосновании выбора электроприводов различных рабочих машин сельскохозяйственного назначения;

– расширение знаний магистрантов в области энергосбережения в электроприводах в сельскохозяйственном производстве;

– развитие профессионально значимых умений и опыта в вопросах решения задач по расчетам и выбору энергоэффективных режимов работы электроприводов рабочих машин сельскохозяйственного назначения;

– развитие опыта самостоятельной работы с технической документацией и литературой по современным методам энергосбережения в электроприводе;

– реализация приобретённых умений и навыков поиска, отбора и анализа тематического материала для написания выпускной работы.

## 1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Энергосбережение в электроприводах» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин: «Электронная техника», «Электропривод», «Автоматика» (по программе бакалавриата).

Освоение данной дисциплины необходимо для качественного овладения дисциплинами:

– энергоэффективность и энергоаудит,

а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование универсальных и профессиональных компетенций (установленных самостоятельно), необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

| Код компетенции | Содержание компетенции | Планируемые результаты обучения | |
|---|---|---|---|
| | | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Формируемые знания, умения и навыки |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода вырабатывать стратегию действий | УК-1.3 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения | Знать: основные проблемы и тенденции энергосбережения в электроприводах.<br>Уметь: анализировать проблемы энергосбережения; определять задачи энергосбережения в электроприводах, подлежащие дальнейшей разработке, выбирать способы решения этих задач.<br>Владеть: навыками анализа проблем энергосбережения; навыками формулирования задач энергосбережения в электроприводах, подлежащих дальнейшей разработке. |
| ПК-2 | Способен обеспечить эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства | ПК-2.1 Знает задачи энергосбережения, основные законодательные и нормативные документы по энергосбережению<br>ПК-2.2 Знает способы повышения эксплуатационных показателей электротехнологического оборудования сельскохозяйственной техники<br>ПК-2.3 Умеет обосновывать предложения по повышению эффективности эксплуатации электротехнологического оборудования сельскохозяйственной техники | Знать: задачи энергосбережения, основные законодательные и нормативные документы по энергосбережению; способы повышения эксплуатационных показателей и способы повышения эффективности работы электроприводов сельскохозяйственной техники; общие принципы оптимизации энергопотребления в электроприводах.<br>Уметь: решать задачи, направленные на энергосбережение в электроприводах технологического оборудования сельскохозяйственного производства, обосновывать предложения по повышению эффективности эксплуатации электроприводов сельскохозяйственной техники, обосновывать выбор технических средств повышающих эффективность работы электроприводов.<br>Владеть: навыками решения задач, направленных на энергосбережение в электроприводах технологического оборудования сельскохозяйственного производства, обоснования предложений направленных на повышение эффективности эксплуатации электроприводов сельскохозяйственной техники. |

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

**Очная форма обучения**

| **Вид работы** | | Всего часов/зач. единиц | **Семестр №2** |
|---|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | | **34** | **34** |
| В том числе: | | | |
| Лекции (Л) | | **16** | **16** |
| Практические занятия (ПЗ) | | **18** | **18** |
| Семинары (С) | | **-** | **-** |
| Лабораторные работы | | **-** | **-** |
| **Самостоятельная работа студента(СРС) (всего)** | | **74** | **74** |
| В том числе | | | |
| Курсовой проект (работа) | КП | **-** | **-** |
| | КР | **-** | **-** |
| Реферат (Реф) | | **20** | **20** |
| Эссе | | **-** | **-** |
| Практический рейтинг | | | |
| Контрольная / Расчетная / Расчетно-графическая работа | | **-** | **-** |
| Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю | | **54** | **54** |
| **СРС в период промежуточной аттестации** | | **-** | **-** |
| Вид промежуточной аттестации | Зачет (З),Зачет с оценкой (ЗО) | **З** | **З** |
| | Экзамен (Э) | **-** | **-** |
| **ИТОГО: Общая трудоемкость** | часов | **108** | **108** |
| | зач. единиц | **3** | **3** |

**Заочная форма обучения**

| **Вид работы** | | Всего часов/зач. единиц | **Семестр №1** |
|---|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | | **10** | **10** |
| В том числе: | | | |
| Лекции (Л) | | **4** | **4** |
| Практические занятия (ПЗ) | | **6** | **6** |
| Семинары (С) | | **-** | **-** |
| Лабораторные работы | | **-** | **-** |
| **Самостоятельная работа студента(СРС) (всего)** | | **94** | **94** |
| В том числе | | | |
| Курсовой проект (работа) | КП | **-** | **-** |
| | КР | **-** | **-** |
| Реферат (Реф) | | **18** | **18** |
| Эссе | | **-** | **-** |
| Практический рейтинг | | | |
| Контрольная / Расчетная / Расчетно-графическая работа | | **-** | **-** |
| Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю | | **76** | **76** |
| **СРС в период промежуточной аттестации** | | **4** | **4** |
| Вид промежуточной аттестации | Зачет (З),Зачет с оценкой (ЗО) | **З** | **З** |
| | Экзамен (Э) | **-** | **-** |
| **ИТОГО: Общая трудоемкость** | часов | **108** | **108** |
| | зач. единиц | **3** | **3** |

## 2.2. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

| № семестра | Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины | Содержание раздела в дидактических единицах | Коды индикаторов достижения компетенций |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2 (1) | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | 1.1 Основные законодательные и нормативные документы по энергосбережению. Основные проблемы и тенденции энергобережения. Структура электропривода. Энергетическая модель силового канала. | УК-1.3; ПК-2.1 |
| | | 1.2 Способы повышения эффективности работы нерегулируемых электроприводов. Применение высокоэффективных двигателей. Соответствие двигателя уровню нагрузки. Уменьшение времени холостого хода. Потери энергии при пуске и при различных способах торможения. Обоснование способа торможения | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| | | 1.3 Потери энергии связанные с передачей реактивной мощности. Компенсации реактивной мощности как средство энергосбережения. Способы компенсации реактивной мощности. Технические средства компенсации реактивной мощности. Выбор технических средств для компенсации реактивной мощности. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 2 (1) | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | 2.1 Способы повышения эффективности работы регулируемых электроприводов. Примеры энергосбережения средствами электропривода в различных установках. Энергосбережение в электроприводах центробежных насосов. Энергосбережение в электроприводах транспортёров. Обоснование необходимости применения регулируемых электроприводов. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| | | 2.2 Общие принципы оптимизации энергопотребления в установившемся и переходных режимах. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели. Асинхронные электроприводы с реостатным управлением. Системы электроприводов ТПН-АД. Системы электроприводов ППЧ-АД. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| | | 2.3 Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Оптимизация потерь в системах ТПН–АД при изменении параметров установившегося режима. Мощность потерь в системах ППЧ–АД. Обоснование выбора закона частотного управления. Реактивная мощность асинхронных регулируемых электроприводов в установившихся режимах. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| | | 2.4 Пути снижения энергопотребления в переходных режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. Общин принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Плавный пуск в системах ТПН–АД. Плавный пуск в системах ПЧ–АД. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| | | 2.5 Энергосбережение в электроприводах постоянного тока. Вентильно-индукторный электропривод. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| | | 2.6 Особенности применения современных регулируемых электроприводов. Зарубежный опыт. Потенциал энергосбережения средствами электропривода. | УК-1.3 |

### 2.2.1. Разделы (модули) учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

**Очная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | | | | | Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | ЛР | ПЗ | СРС | всего | |
| 2 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | 6 | - | 10 | 26 | 42 | УО-1, ПР-2 |
| 2 | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | 10 | - | 8 | 28 | 46 | УО-1, ПР-2 |
| 2 | Модули 1-2 | | | | 20 | 20 | ПР-4 |
| | **ИТОГО:** | 16 | - | 18 | 74 | 108 | УО-2 |

*УО-1 – устный опрос (собеседование); ПР-2 – письменная работа (контрольная работа); ПР-4– реферат (эссе); УО-2 – зачёт.*

**Заочная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | | | | | Формы текущего контроля успеваемости (*по неделям семестра)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | ЛР | ПЗ | СРС | всего | |
| 1 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | 2 | - | 4 | 41 | 47 | УО-1, ПР-2 |
| 1 | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | 2 | - | 2 | 35 | 39 | УО-1, ПР-2, ПР-4 |
| 1 | Модули 1-2 | | | | 18 | 18 | ПР-4 |
| 1 | Контроль | | | | | 4 | УО-2 |
| | **ИТОГО:** | 4 | - | 6 | 94 | 108 | |

### 2.2.2. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

### 2.2.3. Практические занятия

**Очная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела (модуля)учебной дисциплины | Наименование практических занятий | Всего часов |
|---|---|---|---|
| 2 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | 1.1. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Экономия энергии при использовании энергосберегающих двигателей и замене малозагруженных двигателей | 2 |
| | | 1.2 Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах Экономия энергии за счёт снижения подводимого напряжения и ограничения продолжительности холостого хода | 2 |
| | | 1.3. Потери мощности и энергии в установившемся и переходном режимах электропривода | 4 |
| | | 1.4. Расчёт и выбор компенсирующих устройств. | 2 |
| | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | 2.1 Энергосбережение в регулируемом электроприводе переменного тока | 4 |
| | | 2.2 Энергосбережение в регулируемом электроприводе постоянного тока | 2 |
| | | 2.3 Выбор технических средств, обеспечивающих энергоэффективную работу электроприводов сельскохозяйственных машин и механизмов | 2 |
| | **ИТОГО:** | | 18 |

**Заочная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины | Наименование практических занятий | Всего часов |
|---|---|---|---|
| 1 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | 1.1. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах. Экономия энергии при использовании энергосберегающих двигателей и замене мало загруженных двигателей. | 2 |
| | | 1.2 Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах Экономия энергии за счёт снижения подводимого напряжения и ограничения продолжительности холостого хода | 2 |
| | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | 2.1Выбор двигателя для регулируемого электропривода. Энергосбережение в регулируемом электроприводе переменного тока. | 2 |
| | **ИТОГО:** | | 6 |

## 2.3. Самостоятельная работа студента

Виды СРС:

**Очная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Виды СРС | Всего часов |
|---|---|---|---|
| 2 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | Изучение теоретического материала – 16 часов.<br>Подготовка к практическим занятиям – 10 часов. | **26** |
| | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | Изучение теоретического материала – 20 часов.<br>Подготовка к практическим занятиям – 8 часов. | **28** |
| | Модули 1-2 | Подготовка реферата –20 часов. | **20** |
| | Итого | | **74** |

**Заочная форма обучения**

| № семестра | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Виды СРС | Всего часов |
|---|---|---|---|
| 1 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | Изучение теоретического материала – 29 часов.<br>Подготовка к практическим занятиям – 12 часов. | **41** |
| | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | Изучение теоретического материала – 29 часов.<br>Подготовка к практическим занятиям – 6 часов. | **35** |
| | Модули 1-2 | Подготовка реферата –18 часов | **18** |
| | Итого | | **94** |

## 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Очная форма обучения**

| № семестра | Виды учебной работы | Образовательные технологии | Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые) |
|---|---|---|---|
| 2 | Лекции №1.1–1.3 | Проблемное изложение | групповые |
| | Практические занятия №1.1 –1.3 | Решение практикоориентированных задач | групповые |
| | Практические занятия №1.4 | Решение практикоориентированных задач. Тренинг | групповые |
| | Лекции №2.1–2.6 | Проблемное изложение | групповые |
| | Практические занятия №2.1–2.2 | Решение практикоориентированных задач | групповые |
| | Практические занятия № 2.3 | Решение практикоориентированных задач. Тренинг | групповые |

**Занятия в интерактивной форме в объёме:**

- лекции – 4 часа;
- практические занятия – 6 часов.

**Заочная форма обучения**

| № семестра | Виды учебной работы | Образовательные технологии | Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые) |
|---|---|---|---|
| 1 | Лекция №1 | Проблемное изложение | групповые |
| | Практические занятия №1.1 | Решение практикоориентированных задач | групповые |
| | Практические занятия №1.2 | Решение практикоориентированных задач. Тренинг | групповые |
| | Лекции №2 | Проблемное изложение | групповые |
| | Практические занятия №2.1 | Решение практикоориентированных задач. Тренинг | групповые |

- лекции – 2 часа;
- практические занятия – 2 часа.

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (WhatsApp, Viber);
- групповой чат в месседжерах WhatsApp, Viber, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Zoom;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск, Google.Диск, Облако Mail.ru и т.д.).

## 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1.Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

**Очная форма обучения**

| № семестра | Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*) | Коды индикаторов достижения компетенций | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Оценочные средства | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Форма | Количество вопросов и заданий | Кол-во независимых вариантов |
| 2 (1) | ТАт-1 | УК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3 | Модуль 1 – Принципы энерго- и ресурсосбережения. Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах | УО-1 | 10 | - |
| | | | | ПР-2 | 1 | 15 |
| | ТАт-2 | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 | Модуль 2 – Регулируемый электропривод. Энергосбережение в регулируемых электроприводах | УО-1 | 10 | - |
| | | | | ПР-2 | 1 | 15 |
| | | УК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3 | Модули 1–2 Реферат | ПР-4 | 1 | 15 |
| | ПрАт | Зачет | Модули 1–2 | УО-2 | 26 | - |

** ВК – входной контроль, ТАт – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация*

### 4.2. Примерные темы курсовых работ.

Курсовая работа не предусмотрена.

### 4.3. Примерные темы рефератов

1.Потенциал энергосбережения средствами электропривода.
2. Энергетическая эффективность асинхронных электроприводов.
3. Синхронный двигатель как компенсатор реактивной мощности. Общие принципы и схемы управления синхронными двигателями.
4. Применение в электроприводах двигателей с расширенными регулировочными свойствами.
5. Статические и динамические характеристики регулируемых электроприводов.
6. Каскадное регулирование.
7. Импульсное регулирование скорости асинхронного двигателя с фазным ротором.
8.Общие принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах электропривода.
9. Режимы энергосбережения в электроприводах с полупроводниковыми преобразователями.

10. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления электроприводом.
11. Законы управления системой ПЧ-АД, обеспечивающие снижение потерь энергии в переходных режимах.
12. Системы регулируемых электроприводов и тенденции их развития.
13. Энергосбережение в регулируемых электроприводах вентиляторов и турбокомпрессоров.
14. Энергосбережение в регулируемых электроприводах поршневых машин.
15. Особенности современных полупроводниковых преобразователей.

### 4.4 Тесты текущего контроля.

Не предусмотрены

### 4.5. Тесты промежуточного контроля

Не предусмотрены

### 4.6. Варианты заданий для текущего контроля

**Модуль 1 (ТАт-1)**

**Текущий контроль – Энергосбережение в нерегулируемых электроприводах**

Определить оптимальную нагрузку двигателя типа 4А180S4 и нагрузку, при которой экономически целесообразна его замена на двигатель меньшей мощности.

Электродвигатель типа 4А180S4 имеет следующие номинальные данные: $P_н$=22 кВт, $S_н$=0,02, $I_{1н}$=41,2 А, $\eta_н$=90 %, $\cos\varphi_н$=0,87, $R_1$=0,219 Ом, $R_2'$=0,112 Ом, цена двигателя 28465 руб., нормативный срок службы $T_{сл}$=20 лет, срок службы до модернизации $T_р$=15 лет, норма амортизации $p_а$=6,4%. Затраты на транспортировку и монтаж нового двигателя принимаем в размере 35% его стоимости.

**Модуль 2 (ТАт-2)**

**Текущий контроль – Энергосбережение в регулируемых электроприводах**

Определить параметры работы регулируемого электропривода соответствующие наилучшим энергетическим показателям. Для привода насоса используется электродвигатель4А200L6У3, имеющий следующие номинальные данные: $P_н$=30 кВт, $S_н$=0,021, $I_{1н}$=55,8 А, $\eta_н$=90,5 %, $\cos\varphi_н$=0,9, $M_с$=29 Н·м. Регулирование скорости осуществляется с помощью тиристорного регулятора напряжения.

## 4.7. Вопросы к зачёту

| № вопроса | Вопросы | Коды индикаторов достижения компетенций |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Основные законодательные и нормативные документы по энергосбережению. | ПК-2.1 |
| 2 | Основные проблемы и тенденции энергобережения. | УК-1.3; ПК-2.1 |
| 3 | Структура электропривода. Энергетическая модель силового канала. | |
| 4 | Способы повышения эффективности работы нерегулируемых электроприводов. Применение высокоэффективных двигателей. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 5 | Способы повышения эффективности работы нерегулируемых электроприводов. Соответствие двигателя уровню нагрузки. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 6 | Способы повышения эффективности работы нерегулируемых электроприводов. Уменьшение времени холостого хода. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 7 | Способы повышения эффективности работы нерегулируемых электроприводов. Потери энергии при пуске и при различных способах торможения. Обоснование способа торможения | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 8 | Потери энергии связанные с передачей реактивной мощности. | УК-1.3 |
| 9 | Компенсации реактивной мощности как средство энергосбережения. Способы компенсации реактивной мощности. | УК-1.3; ПК-2.2 |
| 10 | Технические средства компенсации реактивной мощности. Выбор технических средств для компенсации реактивной мощности. | УК-1.3; ПК-2.3 |
| 11 | Способы повышения эффективности работы регулируемых электроприводов. Энергосбережение в электроприводах центробежных насосов. Обоснование необходимости применения регулируемых электроприводов. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 12 | Способы повышения эффективности работы регулируемых электроприводов. Энергосбережение в электроприводах транспортёров. Обоснование необходимости применения регулируемых электроприводов. | УК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 13 | Общие принципы оптимизации энергопотребления в установившемся и переходных режимах. | УК-1.3 |
| 14 | Асинхронные электроприводы с реостатным управлением и их энергетические показатели. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 15 | Системы электроприводов ТПН-АД и их энергетические показатели. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 16 | Системы электроприводов ППЧ-АД и и их энергетические показатели. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 17 | Пути снижения энергопотребления в установившихся режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. | УК-1.3 |
| 18 | Оптимизация потерь в системах ТПН–АД при изменении параметров установившегося режима. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 19 | Мощность потерь в системах ППЧ–АД. Обоснование выбора закона частотного управления. | ПК-2.2; ПК-2.3 |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 20 | Пути снижения энергопотребления в переходных режимах работы регулируемых асинхронных электроприводов. | УК-1.3 |
| 21 | Общин принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Плавный пуск в системах ТПН–АД. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 22 | Общин принципы оптимизации энергопотребления в переходных режимах. Плавный пуск в системах ПЧ–АД. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 23 | Энергосбережение в электроприводах постоянного тока. | УК-1.3 |
| 24 | Вентильно-индукторный электропривод. | ПК-2.2; ПК-2.3 |
| 25 | Особенности применения современных регулируемых электроприводов. Зарубежный опыт. | УК-1.3 |
| 26 | Потенциал энергосбережения средствами электропривода. | УК-1.3 |

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИН

### 5.1. Основная литература

| № п\п | Авторы | Наименование | Год и место издания | Используется при изучении разделов (модулей) | Количество экземпляров | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | в библиотеке | на кафедре |
| 1 | Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко | Электропривод: энерго- и ресурсосбережение | М. : Издательский центр «Академия», 2008.–208 с. | 1,2 | 33 | 1 |
| 2 | Епифанов А.П., Гущинский А.Г., Малайчук Л.М., | Электропривод в сельском хозяйстве: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/130484 | СПб.: Издательство «Лань», 2020.- 224 с. | 1,2 | + | + |
| 3 | Васильев Б.Ю. | Электропривод. Энергетика электропривода. [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/64922 | Москва : СОЛОН-Пресс, 2015. — 268 с. | 1,2 | + | + |
| 4 | Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин | Проектирование электропривода промышлен-ных механизмов [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/44843 | СПб.: Издательство «Лань», 2014.-448 с. | 1,2 | + | + |
| 5 | Епифанов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. | Электропривод: [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3813 | СПб.: Издательство «Лань», 2012.- 400 с. | 1,2 | + | + |
| 6 | Епифанов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. | Электропривод: [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/168426 | Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 400 с. | 1,2 | + | + |

## 5.2. Дополнительная литература

| № п\п | Авторы | Наименование | Год и место издания | Используется при изучении разделов (модулей) | Количество экземпляров | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | в библиотеке | на кафедре |
| 1 | Епифанов А.П. | Основы электропривода | СПб.: Издательство «Лань», 2009.-192 с. | 1,2 | 50 | 1 |
| 2 | Соколовский Г.Г. | Электропривод переменного тока с частотным регулированием | М.: «Академия».– 2007.– 272 с. | 1,2 | 11 | - |

## 5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

1. Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система – https://biblioclub.ru/
2. Издательство Лань. Электронно-библиотечная система.– https://e.lanbook.com/
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru
4. База данных «ProQuest Agricultural and Environmental Science Collection» – http://www.gpntb.ru
5. База данных издательства Springer Nature «Российский фонд фундаментальных исследований» – http://www.rfbr.ru.
6. Информационный портал «Энергетика и промышленность России» - http://www.eprussia.ru/
7. Центральный электротехнический портал - https://elektroportal.ru/page/5

**5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

| Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Перечень лицензионного программного обеспечения | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Лекции (по всем модулям) | Microsoft Windows XP Professional | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | Microsoft Office 2010 Pro | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | ZOOM | Свободно распространяемое ПО, https://zoom.us/support/download |
| Практические занятия (по всем модулям) | Microsoft Windows XP Professional | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | Microsoft Office 2010 Pro | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | ZOOM | Свободно распространяемое ПО, https://zoom.us/support/download |
| Самостоятельная работа | Microsoft Windows XP Professional | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | Microsoft Office 2010 Pro | MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024 |
| | Операционная система Гослинукс | свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения |
| | 7-Zip | Свободно распространяемое ПО https://www.7-zip.org/download.html |
| | AIMP | Свободно распространяемое ПО https://www.aimp.ru/?do=download |
| | Foxit Reader | Свободно распространяемое ПО https://www.foxitsoftware.com/ru/pdf-reader/ |
| | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/ |
| | Opera | Свободно распространяемое ПО https://www.opera.com/ru |
| | STDU Viewer | Свободно распространяемое ПО http://www.stduviewer.ru/download.html |
| | ZOOM | Свободно распространяемое ПО, https://zoom.us/support/download |
| | GIMP (графический редактор) | Свободно распространяемое ПО, https://www.gimp.org |

**5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

| № п\п | Вид самостоятельной работы | Авторы | Наименование | Год и место издания |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Изучение теоретического материала | Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин | Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/44843 | СПб.: Издательство «Лань», 2014.-448 с. |
| 2 | | Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко | Электропривод: энерго- и ресурсосбережение | М. : Издательский центр «Академия», 2008.–208 с. |
| 3 | | Соколовский Г.Г. | Электропривод переменного тока с частотным регулированием | М.: «Академия».– 2007.– 272 с. |
| 4 | | Епифанов А.П. | Основы электропривода | СПб.: Издательство «Лань», 2009.-192 с. |
| 5 | | Васильев Б.Ю. | Электропривод. Энергетика электропривода. [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/64922 | Москва : СОЛОН-Пресс, 2015. — 268 с. |
| 6 | | Епифанов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. | Электропривод: [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3813 | СПб.: Издательство «Лань», 2012.- 400 с. |
| 7 | | Епифанов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. | Электропривод: [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/168426 | Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 400 с. |
| 8 | Подготовка к практическим занятиям | Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко | Электропривод: энерго- и ресурсосбережение | М. : Издательский центр «Академия», 2008.–208 с. |

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|
| 1 | 2 |
| **1-121** Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации.<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19. | Комплект учебной мебели.<br>Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук.<br>Посадочных мест 36. |
| **2-265** Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации.<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30 | Комплект учебной мебели.<br><br>Переносное мультимедийное оборудование: экран настенный, проектор Benq PB 6100.<br>Доска меловая.<br>Посадочных мест 32. |
| **2-253** Аудитория курсового проектирования и самостоятельной работы.<br>Компьютерный класс курсового и дипломного проектирования<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30 | Компьютерный класс на 12 рабочих мест, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet.<br>Системный блок PentiumDual E2200, 2.8Ггц, 2Gb, 250Gb HDD – 6 шт., монитор Samsung 923 – 12шт., Системный блок C 2.67Ггц, 512Mb, 120Gb HDD – 1 шт. монитор LG T710PH – 1 шт.<br>Посадочных мест 20. |
| **2-252 Читальный зал** для самостоятельной работы<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30. | 15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet.<br>Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт.<br>Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт.<br>монитор Phillips 2205– 5 шт,<br>монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт<br>принтер Epson LX-1170<br>Посадочных мест 114 |
| **2-170а Отдел научно-технической и социально-гуманитарной литературы, МБА** для самостоятельной работы.<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30. | Посадочных мест 2 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet.<br>Системный блок Core i3 540 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 1шт.<br>Системный блок C2,8Ггц , 512 Mb, 160Gb HDD – 1 шт.,<br>монитор Samsung 920NW– 1 шт.,<br>монитор Phillips 2205– 1 шт.,<br>принтер HP LJ 1150<br>МФУ Kyocera Taskalfa 180 |

| 1 | 2 |
|---|---|
| **2-170б Электронный читальный зал** для самостоятельной работы<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30. | Посадочных мест 10 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet.<br>Системный блок С2,8Ггц, 1 GB, 80 GB HDD – 1 шт.<br>Системный блок С2,8Ггц, 512 МБ, 80 GB HDD – 9 шт.<br>Монитор Samsung 920NW – 10 шт.<br>Коммутатор Dlink – 1 шт.<br>Сканер EPSON – 1 шт. |
| **2-272а** Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.<br><br>347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30. | Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования |

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: функции электропривода, способы регулирования координат электропривода, режимы работы электропривода, приводные характеристики рабочих машин. |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по алгоритму. |
| Контрольная работа / индивидуальные задания | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др. |
| Реферат | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнение авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Знакомство со структурой и оформлением реферата. |
| Подготовка к зачёту | При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. |