





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

  
(подпись) Н.И. Игнатьев

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Департамента энергетических систем

  
(подпись) К.А. Штым  
22 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Энергоэффективные электроприводные системы  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Современные системы электроприводов  
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 2  
лекции 9 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
всего часов аудиторной нагрузки 27 час.  
самостоятельная работа 45 час.  
зачет 2 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2022 г. №3.

Директор департамента  
Составитель: к.т.н., доцент

К.А. Штым  
Н.М. Марченко

Владивосток  
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины является освоение методов повышения энергоэффективности электроприводов.

### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с факторами, влияющими на энергоэффективность электроприводов;
- научить студентов применять способы повышения эффективности нерегулируемых электроприводов;
- научить студентов применять способы повышения эффективности регулируемых электроприводов.

Профессиональная компетенция выпускников и индикатор ее достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

<b>Наименование категории (группы) универсальных компетенций</b>	<b>Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
Проектный	ПК-1 – Способность разрабатывать концепцию проектируемой системы электропривода	ПК-1.2 – Утверждает и оформляет основные технические решения концепции системы электропривода

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>
ПК-1.2 – Утверждает и оформляет основные технические решения концепции системы электропривода	Знает способы повышения энергоэффективности оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; правила применения программных средств для разработки концепции системы электропривода; требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования к обеспечению необходимой надежности, безопасности эксплуатации системы

	электропривода; состав комплекса технических средств для автоматизированных систем управления технологическими процессами; правила устройства электроустановок
	Умеет оценивать технические решения системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования и критериями эффективности работы оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; выбирать способы и алгоритм работы в программных средствах для разработки концепции системы электропривода; выбирать способы повышения энергоэффективности оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода
	Владеет навыками оценки, разработки, оформления и утверждения технических решений концепции системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа). Форма обучения – очная.

Виды учебных занятий и работы обучающегося, а также структура дисциплины приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль		
1	Тема 1. Анализ процесса энергосбережения и повышения энергоэффективности электроприводов.	2	2	-	-				зачёт	
2	Тема 2. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода.	2	3	-	8		-	45		-
3	Тема 3. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода	2	2	-	4					
4	Тема 4. Средства компенсации реактивной мощности	2	2	-	6					
Итого:		2	9	-	18	-		45	-	зачёт

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (9 часов)

#### **Тема 1. Анализ процесса энергосбережения и повышения энергоэффективности электроприводов (2 часа)**

1. Актуальность процесса энергосбережения.
2. Электропривод и энергетическая модель его силового канала.
3. Понятие «энергоэффективность электродвигателей».
4. Факторы, влияющие на энергоэффективность ЭД

**Тема 2. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода (3 часа)**

1. Использование энергоэффективных двигателей.
2. Снижение напряжения малозагруженных двигателей
3. Замена мало загруженных двигателей двигателями меньшей мощности.
4. Ограничение времени холостого хода.

**Тема 3. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода, с использованием интерактивного метода «лекция-беседа» (2 часа)**

1. Виды регулируемых электроприводов.
2. Сравнительный анализ нерегулируемого и регулируемого электропривода с позиций энергоэффективности.

**Тема 4. Средства компенсации реактивной мощности (2 часа)**

1. Конденсаторные установки.
2. Фильтро-компенсирующие устройства.
3. Статический тиристорный компенсатор.
4. Синхронный компенсатор.

**IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Практические занятия (18 часов)**

**Занятия 1-4. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода (8 часов)**

Решение задач по разделам:

1. Использование энергоэффективных двигателей.

2. Снижение напряжения малозагруженных двигателей
3. Замена мало загруженных двигателей двигателями меньшей мощности.
4. Ограничение времени холостого хода.

**Занятия 5-6. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода (4 часа)**

Решение задач по разделу:

1. Сравнительный анализ нерегулируемого и регулируемого электропривода с позиций энергоэффективности

**Занятия 7-9. Средства компенсации реактивной мощности, с использованием интерактивного метода «групповая консультация (6 часов)**

Решение задач по разделам:

1. Анализ схем компенсаторов реактивной мощности, принцип их работы.
2. Расчеты, связанные с компенсацией реактивной мощности, потребляемой электроприводами.

**Самостоятельная работа (45 часов)**

**Тема 1. Анализ процесса энергосбережения и повышения энергоэффективности электроприводов (8 часов)**

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.
2. Подготовка к сдаче экзамена (вопросы 1-4).

**Тема 2. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода (15 часов)**

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.

2. Решение практических задач. Оформление пояснительных записок к расчетам.

3. Подготовка к сдаче экзамена (вопросы 5-9).

### **Тема 3. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода (9 часов)**

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.

2. Решение практических задач. Оформление пояснительных записок к расчетам.

3. Подготовка к сдаче экзамена (вопросы 10-11).

### **Тема 4. Средства компенсации реактивной мощности. (13 часов)**

1. Подготовка конспекта по выбранной тематике.

2. Решение практических задач. Оформление пояснительной записки к расчетам.

3. Подготовка к сдаче экзамена (вопросы 13-19).

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Энергоэффективные электроприводные системы» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.



## **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде тем/разделов дисциплины. Типовые вопросы для подготовки конспекта создают условия для более глубокого изучения методов расчета и анализа систем электроприводов общепромышленного назначения.

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного конспекта и пояснительной записки к расчетам.

Изложение в конспекте должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Материалы конспекта должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Результаты расчетов представлены в виде таблиц.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Конспект выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8-10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при написании конспекта или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в написании конспекта или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в тексте, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Анализ процесса энергосбережения и повышения энергоэффективности электроприводов.	ПК-1.2 Утверждает и оформляет основные технические решения концепции системы электропривода	Знает способы повышения энергоэффективности оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; правила применения программных средств для разработки концепции системы электропривода; требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования к обеспечению необходимой надежности, безопасности эксплуатации системы электропривода; состав комплекса технических средств для автоматизированных систем управления технологическими процессами; правила устройства электроустановок	Блиц-опросы на лекциях в течение семестра	Экзамен. Перечень типовых вопросов к экзамену
2	Тема 2. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода.				
3	Тема 3. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода)				
4	Тема 4. Средства компенсации реактивной мощности				
			Умеет оценивать технические решения системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования и критериями эффективности работы оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; выбирать		

			<p>способы и алгоритм работы в программных средствах для разработки концепции системы электропривода; выбирать способы повышения энергоэффективности оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода</p> <p>Владеет навыками оценки, разработки, оформления и утверждения технических решений концепции системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов</p>		
--	--	--	---	--	--

## **VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Васильев, Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода : учебник / Б. Ю. Васильев. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 268 с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1858812>

2. Баранов А.В. Энергосбережение и энергоэффективность : учебное пособие / Баранов А.В., Зарандия Ж.А.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 96 с. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/85987.html>

3. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В.П. Луппов [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 107 с. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/91501.html>

## Дополнительная литература

1. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с. . — Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:382028&theme=FEFU>
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пос. М.: АСАДЕМА, 2004. – 202 с. . — Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:394035&theme=FEFU>
3. Казаков Ю.Б. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях [Текст]: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Казаков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 152 с. — Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22326081>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

### «Интернет»

1. КонсультантПлюс : официальный сайт. – Москва, 1997. – Текст: электронный. – URL: <https://www.consultant.ru>
2. Министерство энергетики РФ : официальный сайт. – Москва, 2013. – Текст. Изображение: электронные. – URL: <https://www.minenergo.gov.ru>
3. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <http://www.fsk-ees.ru>
4. ПАО РусГидро : официальный сайт. – Москва, 2006. – Текст. Изображение : электронные. – URL: <http://www.rushydro.ru>
5. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – Текст. Изображение: электронные. – URL: <https://www.elibrary.ru>
6. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – Текст: электронный. – URL: <https://e.lanbook.com>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т.д.); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; пакет MATLAB; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины «Энергоэффективные электроприводные системы» отводится 27 часов аудиторных занятий и 45 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

**- практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На этих занятиях студентам предлагается работать самостоятельно: изучать факторы, влияющие на энергоэффективность электроприводов. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения практических задач, помогает правильно интерпретировать результаты расчетов. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующие методические разработки.

**- самостоятельная работа** в виде подготовки к блиц-опросу, подготовки конспекта направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. E524, E525	Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3-4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1-1 Wty	– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключаящими возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt;
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	– Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов; – AUTOCAD 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку электротехнического и электроэнергетического оборудования; – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и



		<p>других документов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг;</li> <li>– 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).</li> </ul>
--	--	---

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
  - перечень типовых вопросов к экзамену;
  - критерии выставления оценки студенту на экзамене (таблица 8);
  - типовые задания для подготовки конспектов;
  - критерии оценки конспектов;
  - примеры заданий на контрольной работе;
  - критерии оценки выполнения контрольных работ.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 – Способность разрабатывать концепцию проектируемой системы электропривода	<b>знает</b> (пороговый уровень)	Знает способы повышения энергоэффективности и оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; правила применения программных средств для разработки концепции системы электропривода; требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования к обеспечению необходимой надежности, безопасности эксплуатации системы электропривода; состав комплекса технических средств для автоматизированных систем управления технологическими процессами; правила устройства электроустановок	Знание типов систем электроприводов и современных требований к ним; ориентируется в перечне исходных данных, необходимых для проектирования; факторы, влияющие на энергоэффективность электроприводов	способность описать состояние эксплуатируемых электроприводов за последние 30 лет; оценить энергоэффективность электроприводов
	<b>умеет</b> (продвинутой)	Умеет оценивать технические решения системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования и	умение систематизировать, анализировать и делать выводы по вопросам назначения и функционирования отдельных устройств и систем электроприводов	способность выполнить детальный анализ, сделать соответствующие выводы о состоянии и перспективах развития систем электроприводов

		критериями эффективности работы оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода; выбирать способы и алгоритм работы в программных средствах для разработки концепции системы электропривода; выбирать способы повышения энергоэффективности и оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода	с позиций энергоэффективности	
	<b>владеет (высокий)</b>	Владеет навыками оценки, разработки, оформления и утверждения технических решений концепции системы электропривода в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов	владение навыками проведения этапов проектирования энергоэффективных систем электроприводов	способность использовать методики расчетов электрических и технологических параметров электроприводов и их режимов работы, повышающих энергоэффективность электроприводов

**Методические рекомендации, определяющие  
процедуру оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Энергоэффективные электроприводные системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Энергоэффективные

электроприводные системы» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, подготовки конспектов) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Энергоэффективные электроприводные системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Энергоэффективные электроприводные системы» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

## Перечень типовых вопросов к экзамену

1. Актуальность процесса энергосбережения.
2. Электропривод и энергетическая модель его силового канала.
3. Понятие «энергоэффективность электродвигателей».
4. Факторы, влияющие на энергоэффективность электродвигателей
5. Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода
6. Использование энергоэффективных двигателей.
7. Снижение напряжения малозагруженных двигателей
8. Замена мало загруженных двигателей двигателями меньшей мощности.
9. Ограничение времени холостого хода.
10. Виды регулируемых электроприводов.
11. Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода
12. Сравнительный анализ нерегулируемого и регулируемого электропривода с позиций энергоэффективности.
13. Потребление реактивной мощности электроприводами постоянного тока.
14. Потребление реактивной мощности электроприводами переменного тока.
15. Использование средств компенсации реактивной мощности для повышения энергоэффективности электропривода.
16. Схемные решения и принцип работы конденсаторных установок.
17. Схемные решения и принцип работы фильтро-компенсирующих устройств.
18. Схемные решения и принцип работы статического тиристорного компенсатора.

## 19. Схемные решения и принцип работы синхронного компенсатора.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
61-100	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
менее 61	«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Типовые задания для подготовки конспектов

- 1.Актуальность процесса энергосбережения.
- 2.Электропривод и энергетическая модель его силового канала.
- 3.Понятие «энергоэффективность электродвигателей».
- 4.Факторы, влияющие на энергоэффективность электродвигателей.
- 5.Способы повышения энергоэффективности нерегулируемого электропривода
- 6.Использование энергоэффективных двигателей.
- 7.Снижение напряжения малозагруженных двигателей
- 8.Замена мало загруженных двигателей двигателями меньшей мощности.
- 9.Ограничение времени холостого хода.
- 10.Виды регулируемых электроприводов.

11.Способы повышения энергоэффективности при использовании регулируемого электропривода

12.Сравнительный анализ нерегулируемого и регулируемого электропривода с позиций энергоэффективности.

13.Потребление реактивной мощности электроприводами постоянного тока.

14.Потребление реактивной мощности электроприводами переменного тока.

15.Использование средств компенсации реактивной мощности для повышения энергоэффективности электропривода.

16.Схемные решения и принцип работы конденсаторных установок.

17.Схемные решения и принцип работы фильтро-компенсирующих устройств.

18.Схемные решения и принцип работы статического тиристорного компенсатора.

19.Схемные решения и принцип работы синхронного компенсатора.

### **Критерии оценки конспектов**

- 10-9 баллов выставляется студенту, если конспект составлен по плану, соблюдается логичность, последовательность изложения материала, качественное внешнее оформление;

- 8-7 баллов выставляется студенту, если конспект выполнен по плану, но некоторые вопросы раскрыты не полностью, есть небольшие недочеты в работе;

- 6-5 баллов выставляется студенту, если, при выполнении конспекта наблюдается отклонение от плана, нарушена логичность, удовлетворительное внешнее оформление;

- 4-0 баллов выставляется студенту, если тема не раскрыта, неудовлетворительное внешнее оформление.

### Примеры заданий на контрольной работе

Цель выполнения контрольной работы – закрепление полученных теоретических положений по повышению энергоэффективности электроприводов. Контрольная работа предусматривает решение задач по рассмотренным темам.

#### Задача 1

1. Оценить целесообразность замены мало загруженного двигателя двигателем меньшей мощности.

2. Рассчитать экономический эффект при работе двигателя при оптимальном коэффициенте нагрузки  $k_{н.опт} = 0,843$ .

Даны технические параметры кранового двигателя 7FMTK160M4:

- мощность  $P_{ном} = 18$  кВт;
- напряжение 208/360 В;
- частота вращения  $n_{ном} = 1364$  об/мин;
- ток статора  $I_{I_{ном}} = 38,8$  А;
- частота питающего напряжения  $f_{ном} = 47$  Гц;
- КПД  $\eta_{ном} = 89,5$  %;
- коэффициент мощности  $\cos \varphi_{ном} = 0,83$ ;
- активные сопротивление обмотки статора  $R_1 = 0,185$  Ом;
- приведенное к обмотке статора активное сопротивление ротора  $R_2' = 0,179$  Ом.

При решении принять следующие условия:

- двигатели меньшей мощности выбираются из этой же серии;



• сравнительный расчет произвести для коэффициентов нагрузки  $k_{n1} = 0,417$ ;  $k_{n2} = 0,561$ ;  $k_{n3} = 0,814$  и результаты расчетов представить в табличной форме (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Расчетные данные при замене двигателя

Показатель	$k_{n1} = 0,417$	$k_{n2} = 0,561$	$k_{n3} = 0,814$
Мощность нагрузки при данном $k_n$ , Вт			
Потери мощности в заменяемом двигателе, Вт			
Двигатель для замены			
Мощность нового двигателя, кВт			
КПД нового двигателя, %			
Потери мощности в новом двигателе в номинальном режиме, Вт			
Потери мощности при замене, Вт			

- стоимость электроэнергии составляет 6,06 руб./кВт·ч;
- время работы двигателей в год принять:  $T_{p1} = 1500$  ч,  $T_{p2} = 3000$  ч,  $T_{p3} = 4500$  ч,  $T_{p4} = 6000$  ч;
- при оценке экономического эффекта при оптимальном коэффициенте загрузки результаты расчетов представить в табличной форме (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Расчетные данные при разном времени работы двигателя 7FMTK160M4

Время работы ЭД в год, ч	Сэкономленная электроэнергия, Вт	Сэкономленные денежные средства, руб
$T_{p1} = 1500$		
$T_{p2} = 3000$		
$T_{p3} = 4500$		
$T_{p4} = 6000$		

## Задача 2

Рассчитать экономический эффект от замены режимов работы двигателя на холостом ходу частыми пусками.

Даны технические параметры кранового двигателя 7FMTK160M4:

- мощность  $P_{ном} = 18$  кВт;
- напряжение 208/360 В;
- частота вращения  $n_{ном} = 1364$  об/мин;
- ток статора  $I_{ном} = 38,8$  А;
- частота питающего напряжения  $f_{ном} = 47$  Гц;
- КПД  $\eta_{ном} = 89,5$  %;
- коэффициент мощности  $\cos \varphi_{ном} = 0,83$ ;
- активные сопротивление обмотки статора  $R_1 = 0,185$  Ом;
- приведенное к обмотке статора активное сопротивление ротора

$$R_2' = 0,179 \text{ Ом};$$

- момент инерции ротора  $J_{рот} = 0,13 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;
- кратность критического момента  $\lambda_{кр} = \frac{M_{кр}}{M_H} = 2,6$ ;
- кратность пускового момента  $\lambda_{пуск} = \frac{M_{II}}{M_H} = 1,4$ .

Условия решения задачи:

- приведенный момент инерции  $J_{прив} = 1,2 \cdot 0,13 = 0,156 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;
- моментом нагрузки двигателя на х.х. пренебрегаем;
- режим работы: 10 минут работа с номинальной нагрузкой, 2 минуты работа на х.х.;

- остановка происходит свободным выбегом на х.х.;
- стоимость электроэнергии составляет 6,06 руб./кВт·ч;
- время работы двигателей в год принять:  $T_{p1} = 1500$  ч,  $T_{p2} = 3000$  ч,

$$T_{p3} = 4500 \text{ ч}, T_{p4} = 6000 \text{ ч};$$

- оценку экономического эффекта при замене режимов холостого хода частыми пусками представить в табличной форме (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Расчетные данные при работе двигателя на х.х. и с частыми пусками

Режим работы	Время работы электродвигателя в год, ч	Потери электроэнергии, Вт	Расходы денежных средств, руб
При частых пусках	$T_{p1} = 1500$		
	$T_{p2} = 3000$		
	$T_{p3} = 4500$		
	$T_{p4} = 6000$		
При работе на холостом ходу	$T_{p1} = 1500$		
	$T_{p2} = 3000$		
	$T_{p3} = 4500$		
	$T_{p4} = 6000$		

### Задача 3

Рассчитать экономический эффект от использования двигателей типа 7AVER160S4 с классами энергоэффективности IE1 и IE2. Технические характеристики двигателей приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики двигателей типа 7AVER160S4

Тип двигателя	7AVER160S4 IE1	7AVER160S4 IE2
Мощность, кВт	15	15
Номинальное напряжение, В	220/380	220/380
КПД, %	89,4	91
Коэффициент мощности	0,82	0,82
Частота вращения, об/мин	1500	1500
Масса, кг	107	122
Цена с учетом НДС, руб	83 871	97 861

Время работы двигателей в год принять:  $T_{p1} = 1500$  ч,  $T_{p2} = 3000$  ч,  $T_{p3} = 4500$  ч,  $T_{p4} = 6000$  ч. При расчете учесть стоимость электроэнергии 6,06 руб. за кВтч.

Результаты расчетов представить в табличной форме (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Расчетные данные для двигателей разных классов энергоэффективности

Тип ЭД	Время работы ЭД в год, ч	Потери электроэнергии, кВт	Расходы денежных средств, руб
7AVER160S4 IE1	$T_{p1} = 1500$		
	$T_{p2} = 3000$		
	$T_{p3} = 4500$		
	$T_{p4} = 6000$		
7AVER160S4 IE2	$T_{p1} = 1500$		
	$T_{p2} = 3000$		
	$T_{p3} = 4500$		
	$T_{p4} = 6000$		

### Критерии оценки выполнения контрольных работ

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент правильно выполнил все задания контрольной работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью, допущено не более 1 ошибки. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена не полностью, допущено не более 2 ошибок. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 4-0 баллов – работа выполнена не полностью. Допущено несколько ошибок в расчётах. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.