

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электропривода и электрического транспорта»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 19 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрооборудование и автоматизация в промышленности и энергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Павлов Владимир
Евгеньевич
Дата подписания: 08.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Арсентьев Олег
Васильевич
Дата подписания: 19.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Энергосберегающие технологии в электроустановках» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.2, ПКР-3.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.2	Способен определять возможности по плановому внедрению энергосберегающих мероприятий в электроустановках	Знать типовые энергосберегающие мероприятия при использовании электроприводов различных механизмов Уметь рассчитывать мощность электропривода для различных механизмов Владеть опытом оценки возможного энергосбережения
ПКР-3.5	Организует и ведёт самостоятельно или в коллективе отдельные виды работ по реализации энергосберегающих мероприятий в электроустановках	Знать Знать - способы управления режимами работы турбомеханизмов Уметь по паспортным данным турбомеханизма и трубопроводной магистрали получить их напорные (Q-H) характеристики, использовать математические модели методов дросселирования и изменения частоты вращения электропривода при управлении производительностью турбомеханизмов Владеть Владеть опытом оценки возможного энергосбережения.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Энергосберегающие технологии в электроустановках» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Электрические машины», «Теоретические основы электротехники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Асинхронный электропривод», «Моделирование оборудования электроустановок», «Проектная деятельность», «Системы управления электро- и энергоустановками», «Частотно-регулируемый электропривод», «Электрооборудование и автоматизация в металлургии»,

«Электрооборудование и автоматизация для нефтегазовой промышленности»,
 «Электрооборудование и автоматизация лесоперерабатывающих предприятий»,
 «Электрооборудование и автоматизация предприятий энергетики»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	14	2	12
лекции	8	2	6
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	90	34	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие сведения о потреблении энергоресурсов и энергосбережении	1	2					1, 2	34	Тест
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол.	
		№	Кол.	№	Кол.	№	Кол.			

			Час.		Час.		Час.		Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Энергетика электропривода	1	2			1	2	3	10	Тест
2	Расчет мощности электропривода	2	2					2	10	Тест
3	Методы и средства энергосбережения	3						1, 4	26	Тест
4	Энергосберегающий ЭП турбомеханизмов	4	2			2	4	4	10	Тест
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		6				6		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения о потреблении энергоресурсов и энергосбережении	Общие сведения о потреблении энергоресурсов в мире, в нашей стране, темпы прироста потребления первичных энергоресурсов. Объемы производства и потребления электроэнергии. Первичные ресурсы для производства электроэнергии

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Энергетика электропривода	Энергосбережение является наиболее дешевым и безопасным способом увеличения энергогенерирующих мощностей, так как затраты на экономию 1 кВт мощности обходятся в 4—5 раз дешевле, чем стоимость вновь вводимого 1 кВт мощности. Основные потери (до 90 %) приходится на сферу энергопотребления, в которой должны быть сконцентрированы основные усилия по энергосбережению электроэнергии. Так как электроприводы потребляют до 70 % вырабатываемой электроэнергии, наиболее существенная экономия электроэнергии может быть достигнута при использовании регулируемых электроприводов для управления технологическими процессами, что в сочетании с возможностями автоматизации может обеспечить оптимальное использование электроэнергии и других ресурсов.
2	Расчет мощности электропривода	Правильный расчет требуемой мощности и выбор типа электродвигателя представляет собой важную и сложную задачу, имеющую большое практическое значение. От того, насколько правильно произведен расчет мощности

		<p>электродвигателя зависят экономические и технологические показатели работы электропривода. Основным требованием при выборе электродвигателя является соответствие его мощности условиям технологического процесса.</p>
3	<p>Методы и средства энергосбережения</p>	<p>Одним из способов повышения энергетической эффективности и обеспечения энергосбережения на промышленных объектах, является использование энергоэффективных двигателей. Энергетические характеристики современного электропривода и уровень совместимости в значительной степени определяются структурой преобразователя частоты. Для повышения эффективности работы преобразователей частоты и электропривода в целом, можно выделить следующие способы:•- использование полупроводниковых ключей с низким противлением в открытом состоянии для повышения коэффициента полезного действия;•- использование высокочастотных полупроводниковых ключей для снижения несинусоидальности напряжения и тока;•- использование активного выпрямителя для обеспечения коэффициента мощности электропривода;•-использование активных фильтров, для компенсации высших гармоник напряжения, генерируемых группой электроприводов, и повышения их коэффициента мощности.</p>
4	<p>Энергосберегающий ЭП турбомеханизмов</p>	<p>Движение жидкостей и газов в трубопроводах вызывается движением сил тяжести или сил давления, создаваемых за счет уровней в емкостях, но большей частью насосами, вентиляторами, компрессорами и другими механизмами, объединяемыми общим названием турбомеханизмы. Математической моделью потока жидкости в трубопроводе в статическом режиме называется зависимость расхода (производительности) трубопровода от управляющих и возмущающих воздействий и параметров трубопровода для установившегося режима. Под установившимся режимом в соответствии с терминологией теории математического управления следует понимать такое состояние, когда управления и возмущения, а также выходные переменные постоянны.</p>

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт КПД асинхронного двигателя при изменении нагрузки	2
2	Центробежный насос. Рассчитать и построить зависимость момента сопротивления на валу двигателя от его угловой скорости	4

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	19
2	Подготовка к зачёту	15

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	14
2	Подготовка к зачёту	10
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	22

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: _ Разбор конкретных ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. - 16 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15157.pdf>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электрический привод [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника":

профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 30 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15232.pdf>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Тест

Описание процедуры.

Тема 11. Сравнительная оценка энергетических затрат двух способов управления производительностью турбомеханизмов при отсутствии статического напора.

Задача № 1 Центробежный насос

Для центробежного насоса необходимо:

1. Рассчитать и построить зависимость момента сопротивления на валу двигателя от его

17
угловой скорости.

2. Определить диапазон регулирования угловой скорости, обеспечивающий заданное снижение подачи.

3. Рассчитать номинальную мощность приводного асинхронного двигателя для насоса при регулировании напряжения цепи статора (система электропривода «тиристорный регулятор напряжения асинхронный двигатель»); выбрать двигатель.

4. Рассчитать номинальную мощность приводного асинхронного двигателя для насоса при частотном регулировании скорости; выбрать двигатель.

Вопросы для контроля:

1. Что такое напор и расход центробежного насоса?

2. Как рассчитать напор и расход центробежного насоса?

3. Как рассчитать полезную мощность насоса?

4. Как определить момент сил сопротивления на валу двигателя насоса?

5. Как рассчитать номинальную мощность приводного асинхронного двигателя для насоса при регулировании напряжения цепи статора (система электропривода «тиристорный регулятор напряжения асинхронный двигатель»)?

6. От чего зависит коэффициент запаса при выборе мощности приводного асинхронного двигателя в системе ТРН-АД?

7. Как рассчитать номинальную мощность приводного асинхронного двигателя для насоса при частотном регулировании скорости?

Критерии оценивания.

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о решении задачи, правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о решении задачи, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания
---	----------------------------	-------------------------------------

		промежуточной аттестации
ПКР-3.2	Способен определять возможности по плановому внедрению энергосберегающих мероприятий	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование.
ПКР-3.5	Организует и ведёт самостоятельно или в коллективе отдельные виды работ по реализации энергосберегающих мероприятий в электроприводе	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в виде тестирования по теоретической части дисциплины, изучаемой в 5 семестре.

Пример задания:

Тесты

ВАРИАНТ 1

Знать параметры различных типов электроприводов

1. У электроприводов с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения естественная механическая характеристика:

1. абсолютно жёсткая
2. мягкая
3. абсолютно мягкая
4. жёсткая

2. При изменении какого параметра ДПТНВ регулирование будет наиболее экономичным?

- 1) Сопротивления цепи якоря.
- 2) Напряжения цепи якоря.
- 3) Магнитного потока двигателя

3. При уменьшении напряжения подводимого к якорю двигателя постоянного тока независимого возбуждения:

- a) механическая характеристика переместится вниз параллельно самой себе
- b) увеличится наклон механической характеристики и уменьшится ω_0
- c) уменьшится ω_0 и наклон механической характеристики механическая характеристика останется неизменной

4. При изменении какого параметра ДПТНВ получают характеристики, показанные на рисунке?

- 1) Сопротивления цепи якоря.
- 2) Напряжения цепи якоря.
- 3) Магнитного потока двигателя.

5. При изменении какого параметра АД получаются характеристики 1, 2, 4, показанные на рисунке?

- 1) Сопротивления цепи ротора.
- 2) Напряжения цепи статора.
- 3) Магнитного потока двигателя

Уметь использовать расчетные методики для определения параметров электроприводов.

6. Определить число пар полюсов p асинхронного двигателя, имеющего паспортные данные $n_{ном.} = 1470$ об/мин., $f = 50$ гц

- a) $p = 1$
- b) $p = 5$
- c) $p = 4$
- d) $p = 2$
- e) $p = 3$

7. В каком из выражений допущена ошибка?

- 1) c)
- 2) d)
- e)

8. При работе двигателя в точке А справедливо соотношение:

- a) $I_{я} = (U - E) / R$ ω
- b) $I_{я} = (U + E) / R$ А
- c) $I_{я} = U / R$ М
- d) $-I_{я} = E / R$
- e) $I_{я} = (E - U) / R$

Владеть навыком работы с электроприводами постоянного и переменного тока.

9. Каким способом включить трехфазный асинхронный двигатель с паспортными данными $Y / \Delta 380/220$ В в сеть с линейным напряжением 380 В, чтобы он работал на естественной механической характеристике?

- a) Любым способом
- b) Звездой
- c) Треугольником
- d) Естественной характеристики получить нельзя

10. Ограничить величину пускового тока при пуске двигателя постоянного тока параллельного возбуждения можно :

- a) пуском двигателя вхолостую
- b) введением $R_{доб}$ в цепь возбуждения
- c) введением $R_{доб}$ в цепь якоря
- d) включением обмотки якоря в сеть, не возбуждая двигатель.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует понимание конструкции, принципов действия и основных технических параметров электрического привода, разрабатывает схемные и модельные решения в виде технической документации	Не понимает конструкции, принципы действия и основные технические параметры электрического привода, не разрабатывает схемные и модельные решения в виде технической документации

7 Основная учебная литература

1. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Б. Онищенко, 2008. - 287.
2. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учеб. для вузов по направлению 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Г. Б. Онищенко, 2003. - 320.
3. Электрический привод : методические указания для самостоятельной работы студентов (курсовой проект) / Иркут. гос. техн. ун-т, 2014. - 20.
4. Онищенко Георгий Борисович. Электрический привод : учебник для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Б. Онищенко, 2013. - 287.
5. Москаленко В. В. Электрический привод : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Москаленко, 2014. - 365.
6. Электрический привод : методические указания по выполнению курсового проекта: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 18.
7. Электрический привод : методические указания для аудиторных занятий (лабораторные работы): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электропривода и электр. трансп., 2018. - 49.
8. Электрический привод : методические указания для аудиторных занятий (практические занятия): направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. - 16.
9. Электрический привод : методические указания по самостоятельной работе: направление 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника": профиль "Электропривод и автоматика": квалификация бакалавр / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 30.

10. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование электрического привода в системе MATLAB : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2021. - 84.

11. Пионкевич В. А. Электрический привод. Моделирование полупроводниковых элементов силовых преобразователей : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2022. - 94.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электрический привод : примеры и задачи : метод. указания для практ. занятий и СРС по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 47.

2. Москаленко В. В. Электрический привод / В. В. Москаленко, 2014. - 366.

3. Овсянников Е. М. Электрический привод : учебник / Е. М. Овсянников, 2023. - 224.

4. Москаленко В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко, 2022. - 364.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение МАТЛАБ

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. В119