

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института
магистратуры

ИНСТИТУТ

МАГИСТРАТУРЫ

канд.экон.наук, доцент И.В. Космачева

« 27 » августа 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетических, информационных
технологий и управляющих систем

канд.техн.наук, доцент А.В. Белоусов

« 28 » августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика механизмов и технологических комплексов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетических, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматике

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – Магистратура по направлению подготовки 13.04.02, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018г. №147;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. техн. наук  (Н. Ю. Саввин)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 26 » апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А. В. Белоусов)

« 26 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А. Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные Проектные	ПК-3. Способен применять методы и средства электропривода и автоматизированных систем управления с целью энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.2. Обеспечивает эффективные режимы работы автоматизированного электропривода с целью энергосбережения	<p>Знания: основных методов исследования в области энергосбережения средствами электропривода, базирующихся на использовании современных регулируемых электроприводов</p> <p>Умения: управлять проектами разработок современных электроприводов при изменении требований технологического процесса и при этом выбирать оптимальную систему электропривода для заданного технологического процесса</p> <p>Навыки: решения практических задач по оценке энергоэффективности работы электроприводов в соответствии требований технологических процессов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция

ПК-3. Способен применять методы и средства электропривода и автоматизированных систем управления с целью энерго- и ресурсосбережения

Стадия	Наименования дисциплины
1	Управление распределенными энергосистемами
2	Автоматизация инженерных систем зданий
3	Производственная технологическая практика
4	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации экзамен (2 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	143	143
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Законодательство, механизмы обеспечения и методы оценки энергоэффективности					
1.1	Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации. Нормативно-техническая документация в области энергосбережения. Значение электропривода в энергосбережении на промышленных предприятиях	2	2		4
1.2	Энергетическое обследование и оценка эффективности энергетических комплексов и систем с электроприводами	2	2		4
2. Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели					

2.1	Асинхронные электроприводы с реостатным управлением. Электропривод по системе ТРН-АД (тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель).	2	2		4
2.2	Электропривод по системе ППЧ-АД (полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель с коротко замкнутым ротором). Назначение, состав и виды ПЧ – АД.	2	2		4
2.3	Математическое описание элементов силовой части ППЧ-АД. Энергетические характеристики электроприводов с асинхронными двигателями: КПД, коэффициент мощности, сетевые характеристики.	2	2		4
3. Электромагнитная и электромеханическая совместимость электроприводов, качество электроэнергии и качество электромеханического преобразования					
3.1	Электромагнитная совместимость электроприводов с сетью и качество электроэнергии. Показатели электромагнитной совместимости и качества электроэнергии.	2	2		4
3.2	Влияние качества электроэнергии на энергетические показатели электроприводов: потери электроэнергии, КПД и коэффициент мощности.	2	2		4
3.3	Электромеханическая совместимость промышленных электроприводов, качество электромеханического преобразования. Показатели электромеханической совместимости.	2	2		4
3.4	Влияние показателей качества электромеханического преобразования энергии на энергетические и механические характеристики электропривода. Пульсации электромагнитного момента.	2	2		4
4. Пути снижения электропотребления и технические средства для обеспечения эффективности электроприводов					
4.1	Оптимизация потерь и КПД в электроприводе по системе ТРН-АД при изменении параметров установившегося режима.	2	2		4
4.2	Оценка потерь мощности в электроприводе по системе ППЧ-АД при типовых законах скалярного управления. Улучшение регулировочных свойств скалярного регулирования и уменьшение потерь мощности при стабилизации одного из параметров.	2	2		4
4.3	Оптимизация режимов работы электроприводов по системе ППЧ-АД за счет выбора закона управления и оптимального абсолютного скольжения.	2	2		4
4.4	Общие принципы оптимизации электропотребления в электроприводах в переходных режимах. Обеспечение технологических требований к показателям переходных процессов за счет систем управления на примере плавного пуска.	2	2		4
4.5	Оценка законов управления электроприводами по системе ППЧ-АД, обеспечивающих снижение потерь энергии в переходных режимах. Сравнение уровня потерь мощности при разных законах регулирования для постоянного момента статических сопротивлений.	2	2		4
5. Примеры применения регулируемых эффективных электроприводов в промышленности					
5.1	Эффективность использования регулируемых электроприводов в объектах жилищно-коммунального	2	2		4

	хозяйства. Системы водоснабжения, теплоснабжения.				
5.2	Эффективность использования регулируемых электроприводов на промышленных объектах. Поршневые насосы и компрессоры, подъемно-транспортные механизмы.	2	2		6
5.3	Эффективность использования регулируемых электроприводов на объектах топливно-энергетического комплекса. Электропривод подъемных установок, экскаваторно-транспортного комплекса.	2	2		5
ВСЕГО:		34	34		71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	Законодательство, механизмы обеспечения и методы оценки энергоэффективности	Расчет экспресс-анализа и оперативного анализа энергетической эффективности двух электроэнергетических комплексов с электроприводами	2	4
		Расчет экономии электроэнергии и срока окупаемости регулируемого электропривода при замене системы дросселирования	2	4
2	Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели	Определение коэффициента полезного действия асинхронных двигателей при различной нагрузке и построить график зависимости КПД от нагрузки	2	4
		Определение коэффициента полезного действия электропривода по системе ТРН-АД при различной нагрузке и построить график зависимости КПД от нагрузки	2	4
		Определение коэффициента полезного действия электропривода по системе ППЧ-АД при различной нагрузке и построить график зависимости КПД от нагрузки	2	4
3	Электромагнитная и электромеханическая совместимость электроприводов, качество электроэнергии и качество электромеханического преобразования	Расчет коэффициентов несимметрии напряжения на входе преобразователя частоты для электропривода по системе ППЧ-АД	2	4
		Определение параметров и амплитуды гармонических составляющих тока и напряжения на входе преобразователя частоты	2	4
		Определение параметров и амплитуды гармонических составляющих тока и напряжения на выходе преобразователя частоты	2	4

		Расчет дополнительных потерь мощности и электроэнергии в асинхронном двигателе от высших гармоник и несимметрии, возникающих при использовании преобразователя частоты	2	4
4	Пути снижения электропотребления и технические средства для обеспечения эффективности электроприводов	Расчет мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД при скалярном регулировании со стабилизацией потокосцепления статора	2	4
		Расчет мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД при скалярном регулировании со стабилизацией потокосцепления ротора	2	4
		Расчет мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД при скалярном регулировании со стабилизацией главного потокосцепления	2	4
		Расчет мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД при прямом векторном управлении	2	4
		Расчет мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД при переходных режимах	2	4
5	Примеры применения регулируемых эффективных электроприводов в промышленности	Выбор и обоснование эффективного закона управления электроприводом насосных установок ЖКХ	2	4
		Выбор и обоснование эффективного закона управления электроприводом лифтов	2	6
		Выбор и обоснование эффективного закона управления подъемно-транспортных механизмов	2	5
		ИТОГО	34	71

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание учебным планом не предусмотрено.

4.5. Содержание курсовой работы

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы «Модернизация электропривода лифтовой установки с использованием преобразователей частоты» по следующим темам:

Цель курсовой работы – закрепить навыки решения задач в области энергосбережения средствами электроприводов с учетом требований технологического процесса.

Наименование основных разделов курсовой работы:

Пояснительная записка

Исходные данные к проектированию

Обоснование выбора системы электропривода

Расчет и выбор силовых элементов системы электропривода

Расчет потерь мощности при выбранном законе управления

Моделирование статических динамических процессов в электроприводе с учетом схемы электроснабжения

Оценка электромагнитной и электромеханической совместимости с помощью имитационной модели

Заключение

Спецификация

Литература

Пример индивидуального задания:

Задание

Студенту группы/№ зачетной книжки

1. Тема работы: Модернизация электропривода лифтовой установки многоэтажного дома

2. Исходные данные для проектирования

3. Содержание пояснительной записки:

1. Краткое описание технологического процесса

2. Исходные данные для проектирования

3. Выбор основного силового оборудования

4. Оптимизация потерь и КПД в выбранной системе электропривода

Спецификация

Список литературы

4. Срок сдачи законченной курсовой работы: « » 20__ г.

Руководитель курсовой работы

Задание принял к исполнению

Основные параметры и применяемость лифтов в жилых зданиях должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

Грузоподъемность, кг	Вместимость кабины (количество человек)	Номинальная скорость, м/с	Высота подъема, м, не более	Число остановок, не более	Питающая электрическая сеть
320	4	0,71	45	10	Род тока: переменный трехфазный. Номинальная частота, Гц: 50; 60** Номинальное напряжение, В: - при частоте 50 Гц:
		1,0	75	17	
		1,4	100	25	
400*	5	0,71	45	10	
		1,0	75	17	
500	6	1,0	75	17	
		1,4	100	25	
630	8	1,0	75	17	

Грузоподъемность, кг	Вместимость кабины (количество человек)	Номинальная скорость, м/с	Высота подъема, м, не более	Число остановок, не более	Питающая электрическая сеть
					220, 240**, 380, 415**; - при частоте 60 Гц: 220, 230, 240, 254, 380, 400, 415, 440

* Лифты с кабиной размером (в плане) 935x1075 мм.

** Для лифтов, поставляемых на экспорт.

В соответствии кинематической схемы механизма (рисунок 1) приведены следующие исходные данные:

1. Высота подъема груза: $H = n$ м;
2. Диаметр ведущего органа: $D = 10 \cdot n$ мм;
3. Диаметр каната: $d = n/10$ мм;
4. Масса шкива: $m_{шк} = 1 + n$ кг;
5. Масса кабины: $m_k = 20 \cdot n$ кг;
6. Масса лебедки: $m_{леб} = 15 \cdot n$ кг
7. Масса противовеса: $m_{п} = 25 \cdot n$ кг.

где n - последние две цифры номера зачетки

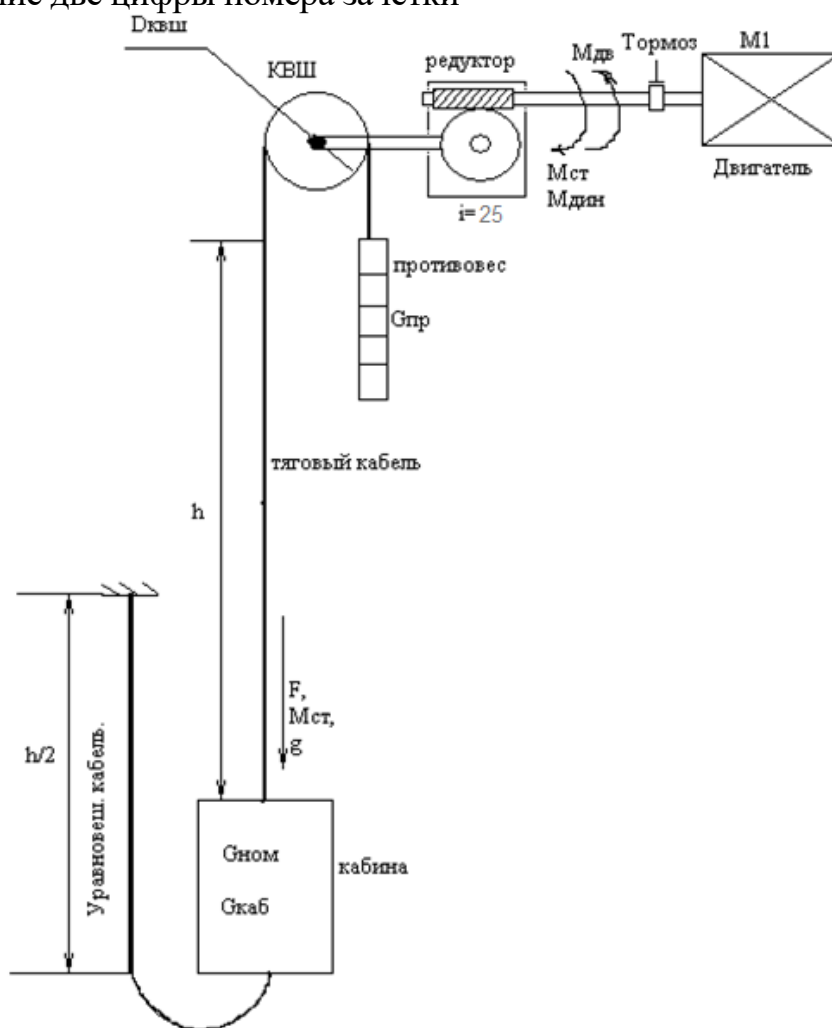


Рис 1. Кинематическая схема лифта

Графическая часть состоит из трех чертежей:

1. Принципиальная схема преобразователя частоты.
2. Принципиальная схема электропривода.
3. Электрическая схема подключений.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенции:

ПК-3. Способен применять методы и средства электропривода и автоматизированных систем управления с целью энерго- и ресурсосбережения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2. Обеспечивает эффективные режимы работы автоматизированного электропривода с целью энергосбережения	Экзамен, собеседования и консультации при выполнении курсовой работы, устный опрос.

5.2. Типовые контрольные задания для аттестации

Аттестация осуществляется в конце **2 семестра**, после завершения изучения дисциплины в форме экзамена

Вопросы для подготовки к экзамену

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Законодательство, механизмы обеспечения и методы оценки энергоэффективности (компетенция ПК-3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая нормативно-техническая документация применяется в области энергосбережения и энергоэффективности? 2. Каково значение электропривода в энергосбережении на промышленных предприятиях? 3. Запишите методы технико-экономического обоснования использования электроприводов на промышленных предприятиях.
2	Основные типы регулируемых асинхронных электроприводов и их энергетические показатели (компетенция ПК-3)	<ol style="list-style-type: none"> 4. Какие основные классы электроприводов используются в промышленности? 5. Какие основные энергетические показатели используются для анализа статических режимов электропривода? 6. Какие основные энергетические показатели используются для анализа переходных режимов электропривода? 7. Из каких основных составляющих складывается мощность потерь в асинхронных электроприводах? 8. Дайте сравнительную оценку энергетических показателей статических режимов при использовании электроприводов по системе ТРН-АД и ППЧ-АД. 9. Какие основные элементы входят в структуру электропривода по системе ТРН-АД? 10. Какие основные элементы входят в структуру

		<p>электропривода по системе ППЧ-АД?</p> <p>11. Какие составляющие потерь электроэнергии учитываются при расчете мощности потерь в электроприводе по системе ППЧ-АД?</p> <p>12. На основании каких исходных выражений рассчитывается энергия потерь в электроприводе в переходных режимах?</p> <p>13. Какие составляющие полной мощности могут присутствовать в системе электропривода?</p> <p>14. Что такое реактивная мощность относительно электроприводов?</p>
3	<p>Электромагнитная и электромеханическая совместимость электроприводов, качество электроэнергии и качество электромеханического преобразования (компетенция ПК-3)</p>	<p>15. Что понимается в соответствии стандартов под электромагнитной совместимостью?</p> <p>16. Что понимается в соответствии стандартов под электромеханической совместимостью?</p> <p>17. Какие показатели качества электроэнергии относятся к электромагнитной совместимости?</p> <p>18. Какие показатели качества электроэнергии относятся к электромеханической совместимости?</p> <p>19. Какое влияние оказывает несинусоидальность напряжения на КПД электроприводов?</p> <p>20. Какое влияние оказывает несинусоидальность напряжения на коэффициент мощности электроприводов?</p> <p>21. Какое влияние оказывает несимметрия напряжения на коэффициент мощности электроприводов?</p> <p>22. Какое влияние оказывает медленное изменение напряжения на коэффициент мощности электроприводов?</p> <p>23. Какое влияние оказывает медленное изменение напряжения на КПД электроприводов?</p> <p>24. Какое влияние оказывает отклонение частоты напряжения на коэффициент мощности электроприводов?</p> <p>25. Какое влияние оказывает отклонение частоты напряжения на КПД электроприводов?</p> <p>26. Какое влияние оказывает несинусоидальность напряжения на электромагнитный момент электроприводов?</p> <p>27. Какое влияние оказывает несимметрия напряжения на электромагнитный момент электроприводов?</p> <p>28. Какое влияние пульсаций электромагнитного момента на КПД электроприводов?</p> <p>29. В чем заключается проблема «длинного кабеля» кабеля в электроприводах по системе ППЧ-АД?</p> <p>30. Назовите причины возникновения резонансных явлений в электроприводе по системе ППЧ-АД.</p> <p>31. В чем причина возникновения подшипниковых токов в электроприводе по системе ППЧ-АД?</p> <p>32. В чем причина возникновения явления магнитоскрипции в асинхронных двигателях при частотном регулировании координат?</p>
4	<p>Пути снижения электропотребления и технические средства для обеспечения эффективности электроприводов</p>	<p>33. Как производится расчет и выбор мощности электродвигателя в зависимости от графика нагрузки?</p> <p>34. За счет чего можно снижать потери в электроприводе по системе ТРН-АД в зоне недогрузки при номинальной скорости?</p> <p>35. От каких факторов зависит уровень снижения потерь мощности в электроприводе по системе ТРН-АД?</p>

	(компетенция ПК-3)	<p>36. Какие законы управления применяются при скалярном регулировании координат электроприводов?</p> <p>37.. В каких случаях возможна оптимизация режимов работы в электроприводах по системе ППЧ-АД?</p> <p>38. Назовите способы уменьшения потерь энергии.</p> <p>39. Можно ли обеспечить в электроприводе по системе ППЧ-АД коэффициент мощности равный единице?</p> <p>40. Как реализуется плавный пуск двигателя в системе ППЧ-АД?</p> <p>41. От каких факторов зависят потери мощности в электроприводе по системе ППЧ-АД при плавном пуске?</p> <p>42. Какие основные способы используются при снижении потерь в электроприводах по системе ППЧ-АД в переходных режимах?</p> <p>43. Какие особенности оптимального управления в электроприводе по системе ППЧ-АД, обеспечивающих минимум потерь мощности в переходных режимах?</p>
5	<p>Примеры применения регулируемых эффективных электроприводов в промышленности (компетенция ПК-3)</p>	<p>44. Почему применение регулируемого электропривода позволяет снизить электропотребление?</p> <p>45. Для каких механизмов применение энергосберегающего алгоритма управления электроприводом является наиболее эффективным?</p> <p>46. В чем заключается снижение потребляемой мощности при использовании электропривода по системе ППЧ-АД при регулировании расхода воды?</p> <p>47. Какой выигрыш в использовании электропривода по системе ППЧ-АД в подъемно-транспортных механизмах?</p> <p>48. Какие преимущества применения частотно-регулируемых электроприводов для вентиляторов и турбокомпрессоров?</p>

5.3. Перечень типовых вопросов для практических занятий

1. Принцип работы и конструктивные особенности выполнения ОПН
2. ОПН, выполненные на варисторах
3. ОПН, выполненные на лавинных диодах
4. Многоступенчатая защита от перенапряжений.
5. Влияние гармоник на системы электроснабжения.
6. Влияние гармоник на измерение мощности и энергии.
7. Ограничение уровней гармоник напряжений и токов.
8. Методы и способы подавления помех в электрических сетях.
9. Как построить пассивный сетевой фильтр высших гармоник?
10. Демпфированные сетевые фильтры высших гармоник и особенности их применения.
11. Что влияет на качество электроэнергии в точке присоединения потребителя?
12. Что характеризует качество электроэнергии, являясь составляющей ЭМС?
13. Как формируется электромагнитная среда в системах электроснабжения?
14. Каковы взаимодействия электромагнитной среды и электрооборудования в СЭС?
15. Что происходит при агрессивном характере взаимодействия электромагнитной среды и электрооборудования в СЭС?
16. Что происходит при сбалансированном характере взаимодействия электромагнитной среды и электрооборудования в СЭС?
17. Что называется показателями качества электроэнергии?
18. Какой нормативный документ устанавливает номенклатуру и значения ПКЭ?
19. Какие ПКЭ регламентируются в качестве основных и дополнительных показателей режима СЭС?
20. Какими особенностями характеризуется фликер, доза фликера и время восприятия

фликера?

21. Что такое провал напряжения и длительность провала напряжения?
22. Как характеризуется импульс напряжения?
23. Как определяется коэффициент временного перенапряжения?
24. Что такое частота повторения изменений напряжения?
25. Какими факторами определяется частота появления провалов напряжения?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена (4 семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных методов исследования	Не знает: основных методов исследования в области энергосбережения средствами электропривода, базирующихся на использовании современных регулируемых электроприводов	Удовлетворительно знает основные методы исследования в области энергосбережения средствами электропривода, базирующихся на использовании современных регулируемых электроприводов	Хорошо знает основные методы исследования в области энергосбережения средствами электропривода, базирующихся на использовании современных регулируемых электроприводов	Отлично знает основные методы исследования в области энергосбережения средствами электропривода, базирующихся на использовании современных регулируемых электроприводов
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Имеет поверхностные знания основного материала дисциплины, не усвоив его детали	Знает материал дисциплины в полном объеме	Обладает твердыми и полными знаниями материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство задаваемых вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает полные ответы на большую часть заданных вопросов	Дает полные, развернутые ответы на все поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует	Выполняет поясняющие	Выполняет поясняющие	Выполняет поясняющие

	изложение поясняющими формулами, графиками, рисунками и примерами	формулы, графики и рисунки небрежно и с ошибками	формулы, рисунки и схемы корректно и правильно	рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота ответа на вопросы экзаменационного билета	Ответы на вопросы экз. билета даны неверно	Ответы даны не в полном объеме	Ответы на вопросы билета раскрыты полностью	Ответы выполнены полностью, рациональным способом
Качество ответа на вопросы экзаменационного билета	Имеются существенные ошибки при ответе на вопросы билета	Ответы выполнены с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер	Ответы выполнены с небольшими неточностями	Ответы выполнены без ошибок
Самостоятельность подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета	Не может подготовить ответы, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы при ответе на вопросы билета	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании и выводов на заданные вопросы	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы на задаваемые вопросы
Качество оформления ответа на вопросы экзаменационного билета	Ответы оформлено настолько неряшливо, что не поддаются проверке	Ответы оформлены неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения в виде графиков, схем и формул	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями	Ответы оформлены аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники
Правильность применения теоретического материала	При объяснении теоретического материала допускаются грубые ошибки в технических терминах	Объясняя теоретический материал, допускает ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественным	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно

		й характер	и неточностями	
--	--	------------	----------------	--

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики формирования ответов на вопросы билета	Неверно выбрана методика подготовки ответов	Методика формирования ответов выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании расчетных зависимостей и графического материала	Методика выполнения ответов выбрана верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям и графическому материалу	Выбрана верная или наиболее рациональная методика формирования ответов с применением графического и аналитического методов
Анализ результатов решения задачи	Не произведен анализ результатов решения задачи	Анализ результатов, полученных при решении задачи, выполняется только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на учебно-методическую литературу	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс]: учебник / Б.Ю. Васильев. — Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. — 272 с. — 978-5-91359-155-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868.html>
2. Стрельников Н.А. Энергосбережение [Электронный ресурс]: учебник / Н.А. Стрельников. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 174 с. — 978-5-7782-2408-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47729.html>

3. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5845>.
4. Онищенко Г. Б. Электрический привод: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.Б. Онищенко. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 288 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. Пособие для студ. высш. учеб. Заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. — М.: Издательский центр «Академия». 2004. — 256 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. — М.: Академия, 2006. — 272 с.
3. Симаков Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.М. Симаков. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 103 с. — 978-5-7782-2400-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354.html>
4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — М.: Стандартинформ, 2014. — 10 с. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104301>.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Энергосбережение, энергоэффективность, энергосберегающие технологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/>. — Заглавие с экрана.
2. Пути энергосбережения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://helpiks.org/6-42249.html> . — Заглавие с экрана.
3. Энергосберегающие технологии на основе регулируемых электроприводов. Теория и практика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://media.ls.urfu.ru/573/1574/>. — Заглавие с экрана.
4. Внедрение частотно-регулируемого электропривода [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/tekhnologii/vnedrenie_chastotno_reguliruemogo_elektroprivoda_izyuminka_energoeffektivnosti/. — Заглавие с экрана.
5. Статьи от компании Danfos в сфере промышленности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://drives.ru/stati/>. — Заглавие с экрана.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть